



Science



ANNALES DE L'INSTITUT OCÉANOGRAPHIQUE

(Fondation ALBERT I^{er}, Prince de Monaco)

PUBLIÉES
SOUS LA DIRECTION
DE
M. LE D^r L. JOUBIN
PROFESSEUR AU MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE
ET
A L'INSTITUT OCÉANOGRAPHIQUE

Tome VI



197337
13:7:25

PARIS
MASSON ET C^{ie}, ÉDITEURS

120, BOULEVARD SAINT-GERMAIN

—
1914



ANNALS

L'INSTITUT OCEANOGRAPHIQUE

GC

1

I 44

t. 6



211/9

UNIVERSITY OF TORONTO

LIBRARY

TABLE DES MATIÈRES

- FASCICULE 1. PETERSEN (C. G. JOH). — **Determination of the Quantity of Animal Life on the Sea-bottom, its Communities and their Geographical Importance.**
- 2. ROULE (LOUIS). — **Formes larvaires tiluriennes de Poissons apodes recueillies par le "Thor".**
- 3. COTTREAU (J.). — **Les Echinides Néogènes du bassin méditerranéen.**
- 4. **Missions Gruvel sur la Côte occidentale d'Afrique (1905-1912).** — *Poissons*, par JACQUES PELLEGRIN.
- 5. RUNNSTRÖM (J.). — **Études sur la Morphologie et la Physiologie cellulaires du développement de l'Oursin.** (Travail fait au Musée Océanographique de Monaco.)
- 6. GREIN (VON KLAUS). — **Untersuchungen über die Absorption des Lichts im Seewasser. (Zweiter Teil.)**

Determination of the Quantity of Animal Life on the Sea-bottom, its Communities and their Geographical Importance.

(Valuation of the Sea II)

By C. G. Joh PETERSEN

Ph. d., L. L. D.

Director of the Danish Biological Station. Denmark.

During many years, since the Danish zoologist O. F. Müller wrote his excellent papers on marine animals, the dredge has been the main implement used by naturalists in their investigations on the animals of the sea-bottom. The fishery investigations of recent years, in the new as well as the old world, have introduced other fishing apparatus specially suited for capturing the quickly swimming animals or the rarer animals lying more scattered on the sea-bottom; but for the study of the true bottom-animals the dredge has been the only apparatus used, except when at ebbside the sea-bottom is laid bare; observations can then be made directly on the animals thereof.

Many different kinds of dredges have been used, square, triangular, crescent-shaped, with or without teeth, large, small, with bags of netting, canvas or wire, but all these forms can only be considered as transformed oyster-dredges, which were indeed the models for O. F. Müller, Marsigli and Donati.

The object of the oyster-dredge is to capture the greatest quantity of oysters in the shortest possible time; whether it is dragged a shorter or greater distance over the bottom is of no consequence so long as it takes many oysters in a short time. The oyster-fisher does not want his dredge filled with stones or sand, nor with smaller animals and objects from the bottom, everything of this kind that comes into the dredge must go out again as quickly as possible, in order not to fill the bag, which would then fish no more. This is avoided partly by making the frame in such a way, that it does not dig too deep down into the bottom, if possible not at all, partly by making the meshes of the bag so large that many of the smaller objects pass through. The oyster dredge has gradually been subjected to many experiments and it is wonderful to see, how it serves its purpose of catch-

ing the oysters, which are always lying on the bottom, and of passing over much that is not wanted. Nevertheless it is a fact, ascertained by divers in the Limfjord, that the dredge does not capture all the oysters on its way, but only a comparatively small percentage of them, larger or smaller according to the nature of the bottom. Thus, it does not give a correct idea of the true number of oysters on the bottom; this is only obtained by means of divers. As technical Adviser to the Danish Government I have had such diving experiments carried out on a large scale.

Naturalists have modified this dredge in many ways, for example by giving the bag small meshes so that it can also take small animals; but the result is, that it is quickly filled and loses its fishing capacity; on soft clay bottom it may be filled after having been dragged $\frac{1}{2}$ — 1 meter through it, on hard sandy bottom it may skim the bottom for a long time but it then only exceptionally catches the animals living in the bottom-soil, mainly taking the animals lying on the bottom such as large Gastropods, certain Echinids or Asterids, etc., while the large digging Lamellibranchs or Annelids are only quite exceptionally captured. It thus gives quite a false representation of the animal life of the sea-bottom, for it catches some species better than others and gives no information at all about the quantity of animals on each m² (partly because it is generally not known how long the dredge has been dragged along the bottom, partly because, even if this could be ascertained, one generally does not know if it has been fishing the whole way); but for collecting a number of animals for systematic, zoological examination the dredge is excellent and has also in this respect been of great scientific importance.

I shall not dwell here on all the different kinds of dredges that have been constructed in the course of time, my objections against dredges applies to them all without exception.

Several of the new fishing apparatus, which the Prince of Monaco, Johan Hjort and I myself have introduced into fishery investigations give much better information, one might almost say, regarding the quantity of many swimming animals, than the dredge does for the bottom animals, and as regards the quantity of the small organisms floating in the water Hensen's plankton nets are of still greater use. Edward Forbes is certainly the one who more than anybody else, made use of the dredge in earlier times, but the vignette found in his and Godwin-Austen's book *The Natural History of The European Seas*, p. VIII, hardly gives the impression, that he was of opinion that the dredge took everything found on the bottom of the sea. H. Jungersen from the Danish Ingolf Expedition has compared a dredging ship with an air-ship towing a dredge over Copenhagen, catching a policeman in one street and a perambulator in another, and from this we draw conclusions as to the whole population of the town. It is time, therefore, to look for other apparatus, which together with the dredge may give better information regarding the quantity of animals living on the bottom of the sea and throw some light upon the true quantitative relations among the different species.

Such apparatus has been constructed and used by me for several years (1) in the Danish

(1) *Ann. Report Dan. Biol. Station*, XX, 1912. Valuation of the Sea, I.

waters out to a depth of about 300 meters; I have thus arrived at a kind of bottom-sampler, two different kinds of which can be seen open fig. 1. One of them has an opening of $0,2 \text{ m}^2$ and is made for digging deep into the sandy bottom, the other has an opening of $0,1 \text{ m}^2$ and is designed especially for digging in softer bottom. On fig. 2 they are both seen closed. When taken up from the bottom the contents of the bottom-sampler are sifted, so that only the animals remain in the sieves while the bottom material filters through. The individuals of each species are taken up with forceps, counted, weighed and the result of a series of samples with these kinds of bottom-sampler from the same place in



Fig. 1. — Two bottom-samplers opened.

the sea are arranged on a table, which is intended to show how many animals are found on 1 m^2 of the bottom (see fig. 3). The first column gives the number of individuals (1), the next the rough weight of each species in gm. The total rough weight is given below in gm. together with the quantity of organic dry matter in, not comprising the quantity of lime from the shells of the animals.

I may mention here, that $0,1 \text{ m}^2$ and $0,2 \text{ m}^2$ are very small areas in comparison with the areas over which a dredge is generally dragged, but living animals have been found in almost every sample taken with the bottom-sampler. Echinoderms generally play an important role by their quantities; on large areas, for example, the bottom may be covered with *Amphiura*, the arms of which form such a dense network over the bottom that they may be compared to a fishing-net with small meshes spread out at the bottom: each single small object, living or dead, falling down on these areas will in the course of a few minutes be touched and examined by *Amphiura* and either eaten or found unsuitable for food.

(1) The Decimals in number of animals in this column in figs 3 and 9 are caused by division, as generally more than 10 samples à $0,1 \text{ m}^2$ have been taken, for instance 20, 25 or 50.

It was not from purely scientific reasons that I began to use this apparatus; it was in order to determine the quantity of plaice-food in the different parts of our small Danish waters. It was of importance to know this in connection with the transplantation of young plaice, which has been set on foot by the Danish Government on my initiative. Later I found out that the method was quite useful also in large waters and during the last few years I have now, with the assistance of the "Sallingsund" of the Danish Biological Station and its crew, made about 200 quantitative determinations each of 10-50 samples, in the Danish waters, which connect the North Sea with the Baltic and which comprise all



Fig. 2. — Two bottom-samplers closed.

the transitional stages with regard to biology and hydrography between these two so different seas.

My original plan was only to determine the *quantity* of the animal life in each m^2 in these waters, but I soon found that for comparative purposes I was obliged to determine and chart the regions, which had at least a fairly similar population, and afterwards make quantitative determinations of the value of each of these regions. In making these charts my previous work on the Kattegat (Kanonbaaden Hauch's cruises) based on 500 dredgings, were of good help to me, especially as the depth and kind of bottom had already been charted; all that remained was to make a *survey* of the distribution of the animals. In that work I had already charted the distribution of each separate species but no *survey*

of the *animal communities* had been made, though I felt convinced from these older dredgings, that such communities must exist. I had noted the enormous differences in the contents of the dredge at different places, but *to express these differences in words was impossible* at that time; the long lists of species were too overwhelming, for I did not know, that the one species was of any more importance than the other and further, the dredge could not inform me, which of the species were of greatest importance.

N° 15.

Kattegat. E. of Hulsig. — Fine sand. — Depht 7 meters. — July 7, 1911.

pr. 1 m ²	Number of animals.	Rough weight.
Tellina fabula.....	10,4	0,480
Solen sp.	Fragm.	0,080
Mactra subtruncata juv.....	0,4	0,004
Venus gallina.....	7,6	1,640
Montacuta ferruginosa.....	2,0	0,040
Natica catena.....	0,4	1,040
Bela turricula.....	0,4	0,160
Lacuna divaricata.....	0,4	0,004
Aricia armiger.....	1,2	0,062
Nephtys sp.....	Fragm.	1,116
Ophelia limacina.....	0,8	0,062
Pectinaria Koreni.....	0,4	0,080
Ophioglypha texturata.....	0,4	0,120
Echinocardium cordatum.....	18,0	276,000
Gammaridæ.....	6,4	0,200
		281,088
		(9,36)

Fig. 3. — Animals on the Sea-bottom, pr. 1 m². Kattegat.

Before going further, I must try by means of a few examples to show the *different* pictures of animal life on the sea-bottom given by the *dredge* and the *bottom sampler* when used at the same place in the sea (see fig 4). To obtain as accurate a picture as possible of what the dredge takes of the animal life on the sea-bottom, two buoys were thrown out and anchored at a certain distance from each other and the dredge was towed from the one to the other. From the width of the dredge and the distance between the buoys, the area dredged over was estimated to be about 75 m². Thereafter, 5 samples of 0,2 m² were taken up with the bottom sampler, thus 1 m² altogether; the second experiment contained only 0,5 m². The contents of the bottom sampler are indicated in the two first columns of fig. 4, that of the dredge in the two last. In the two central columns the quantity is given of common animals, which are living in the large area worked over by the dredge, as reckoned from the results obtained with the bottom sampler; if the bottom-sampler had been used over the whole area it would certainly also have captured the less frequent animals taken by the dredge, such as larger rapacious Gastropods, Pagurus, large Echinids, etc.

These two experiments show that the dredge and the bottom-sampler give different pictures of the animal life on the sea-bottom, especially with regard to the quantity of the different species; the dredge is very liable to miss what is buried in the bottom,

**Comparison between the contents of dredge and bottom-sampler.
Southern Kattegat.**

EXP. N° 1.

N. of Raageleje; dept 22 m. — August 15, 1912.

EXP. N° 2.

N. of Raageleje, dept 28 m. — August 15, 1912.

BOTTOM : Sand and detritus.	Bottom-sampler 5 proofs à 0,2 m ² = 1 m ² .	Number of animals (calculated) on 75 m ² .	Dredge in 3 minutes = c. 75 m ² .	BOTTOM : Sand and clay with tubes of <i>Haploos tubicola</i> .	Bottom-sampler 5 proofs à 0,1 m ² = 0,5 m ² .	Number of animals (calculated) on 75 m ² .	Dredge in 3 minutes = c. 75 m ² .
	Number of animals.				Number of animals.		
<i>Macoma calcarea</i>	1	75	2	<i>Abra nitida</i>	1	150	»
<i>Macra solida</i>	»	»	1	<i>Venus ovata</i>	»	»	3
<i>Cyprina islandica</i>	6	450	»	<i>Cyprina islandica</i>	1	150	»
— juv.....	»	»	2	<i>Cardium fasciatum</i>	1	150	»
<i>Axinus flexuosus</i>	2	150	»	<i>Leda minuta</i>	7	1.050	2
<i>Nucula tenuis</i>	5	375	»	<i>Nucula nitida</i>	1	150	5
				<i>Lima Loscombii</i>	2	300	1
				<i>Pecten septemradiatus</i>	»	»	3
				— sp.....	»	»	1
<i>Neptunea antiqua</i>	»	»	5	<i>Buccinum undatum</i>	»	»	5
<i>Buccinum undatum</i>	»	»	5	<i>Natica catena</i>	»	»	3
<i>Natica pulchella</i>	»	»	1	<i>Aporrhais pes pelecani</i> ...	1	150	24
<i>Aporrhais pes pelecani</i> ...	»	»	15	<i>Dentalium entalis</i>	»	»	5
<i>Cylichna cylindracea</i>	1	75	»	<i>Chiton sp.</i>	»	»	many
<i>Aphrodite aculeata</i>	1	75	»	<i>Aphrodite aculeata</i>	»	»	10
<i>Lepidonotus squamatus</i> ..	»	»	1	<i>Glycera sp.</i>	c. 10	c. 1.500	»
<i>Aricia armiger</i>	c. 2	c. 150	»	<i>Nephtys sp.</i>	c. 10	c. 1.500	a few
<i>Nephtys sp.</i>	c. 20	c. 1.500	»	<i>Eumenia crassa</i>	»	»	1
<i>Pectinaria auricoma</i>	»	»	1	<i>Maldanidæ</i>	many	many	»
<i>Amphitrite cirrata</i>	»	»	1	<i>Pomatoceros</i>	»	»	many
<i>Sabellidæ</i>	2	150	»	<i>Nemertini</i>	»	»	a few
<i>Amphiura filiformis</i>	c. 100	c. 7.500	»	<i>Ophiopholis aculeata</i> ..	»	»	14
<i>Ophioglypha albida</i>	2	150	132	<i>Amphiura Chiajei</i>	1	150	1
— <i>texturata</i>	»	»	1	— <i>filiformis</i>	1	150	1
<i>Astropecten Mulleri</i>	»	»	1	<i>Ophioglypha albida</i>	7	1.050	210
<i>Solaster papposus</i>	»	»	1	— <i>robusta</i>	14	2.100	15
<i>Asterias rubens</i>	»	»	1	<i>Strongyloc. dræbakiensis</i> .	»	»	24
<i>Echinocardium cord.</i>	5	525	49				
<i>Strongyloc. dræbakiensis</i> .	»	»	74				
<i>Eupagurus Bernhardus</i> ...	»	»	18	<i>Haploos tubicola</i>	many	many	many
				<i>Eupagurus Bernhardus</i> ...	»	»	11
				<i>Hippolyte sp.</i>	»	»	1
	c. 149	c. 11.175	311 c. 3 %		c. 57	c. 8.550	340 c. 4 %

Fig. 4.

Lamellibranchs, Annelids, *Echinocardium*, etc., and to take what is lying on the bottom, rapacious Gastropods, large Crustacea, *Strongylocentrotus*, rapacious Asteridae, etc.; as already said, if a great many animals are wanted from the bottom of the sea in the shortest possible time, the dredge is the superior apparatus, but if we desire a true



Fig. 5. — Animals on 0,1 m² sea-bottom.



Fig. 6. — Animals on 0,1 m² sea-bottom.



Fig. 7. — Animals on 0,1 m² sea-bottom.

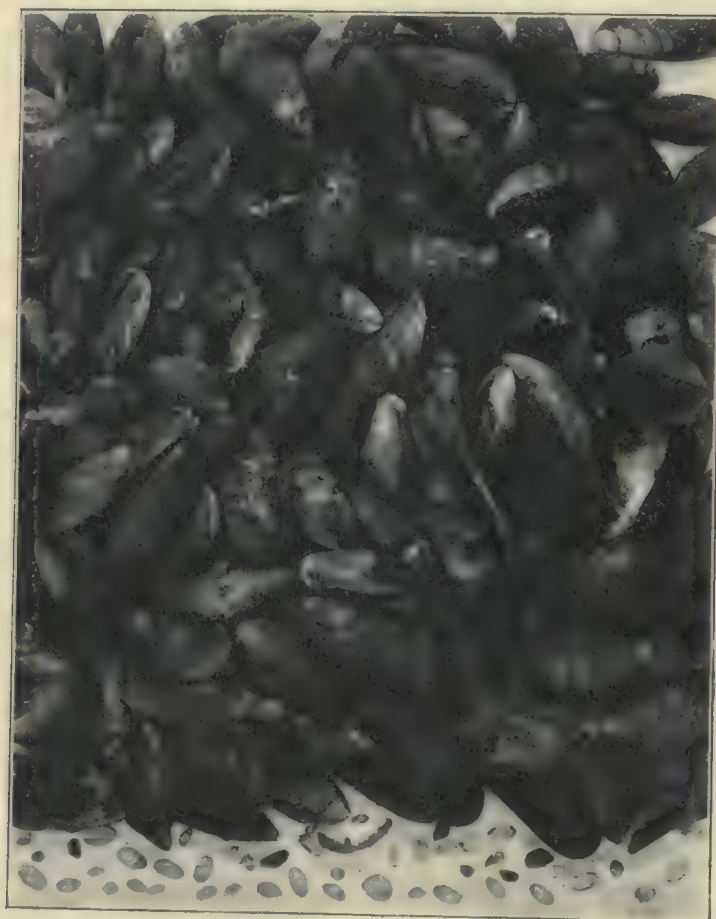


Fig. 8. — Animals on 0,1 m² sea-bottom.

representation of the animal communities of the sea-bottom, the bottom-sampler has to be used. Anyone who has used the dredge a great deal and under different conditions must have observed the uncertain way in which it works; we soon come to the result that we can only rely upon what is seen in its bag, whereas one cannot draw the conclusion that what is not found therein does not live on or in the sea-bottom; on the other hand, long series of investigations with the bottom-sampler show an exact agreement in its contents, which also specially represent the very commonest animals of the sea-bottom and not so much the large rapacious animals, which according to their nature must be scarcer than the food on which they live. If however a complete survey of all animals living at a certain place is wanted, it will certainly not be sufficient to use bottom-sampler and dredge only, we must also use trawls of considerable size and other fishing apparatus; but this is not what we are wanting on this occasion, we are only dealing with the *true animal life of the sea-bottom*, that which serves as food for other animals and must therefore be supposed to be far superior to them in number and mass. After this digression I may return to my original subject, the animal life of the sea-bottom *as represented by the bottom-sampler* (fig. 9).

I may now show some typical pictures of the animal communities in Denmark; for practical photographic reasons, they only comprise the animals on 0,1 m² (the fig. 5-8). The great difference in quantity with regard to the occurrence of the various species is easily seen from these pictures. They are not momentary pictures of the sea-bottom; such would only show a few of these animals, as they are mostly buried in the sand or mud at the bottom, but the pictures show the number of animals and their true size in relation to the area, but better information still is obtained from the numerical valuation (see No. 20 and No. 46) (fig. 9).

It is quite clear that in these quantitative valuations each species, whether numerous or scarce, cannot be said to have the same importance for the characterisation, neither of the content of the community nor with regard to the outer conditions under which this lives; on a moor the heather is more characteristic than the scarce plants also found there. Firstly various species may be scattered as pelagic fry outside their true area of occurrence, where they may live for some time but never become large and old. Further, by the drifting sea-plants or in other ways single individuals may easily be carried away to places where they do not belong and consequently perish in the course of time. I tried therefore, *to base a characterisation of communities on species of importance* both in regard to number and weight, but also on species, the individuals of which are less numerous but evenly distributed and large in size. Look for instance at fig. 5, on which *Brissopsis lyrifera* and *Nucula sulcata* together with *Amphiura* are the most frequent animals. *Brissopsis* is not numerous, but, as shown by many samples, so regular in its occurrence, that it is found in almost every m² inside its region; the same applies to the two other species. In other quantitative valuations (fig. 9, No. 46), *Echinocardium* has taken the place of *Brissopsis*, and among the Gastropods *Turritella* occurs as the most important animal. Sometimes the quantitative valuations contain a few large animals, as for example large rapacious Gastropods, large rapacious Asterids, etc.; but they occur so seldom that

they cannot be used for characterising these small areas; only numerous samples can show which animals are of such common occurrence that they can be used.

I shall not tire the audience with a further account of all the details regarding the animal communities in Danish waters, but only point out that by means of *some few species, namely the characteristic ones, occurring in considerable quantities and having an*

N° 20

8 miles W. of Vinga. — Clay : Depth 50-52 meters.
July 10, 1911.

N° 46.

3 miles N. N. W. of Hirtsholmene. — Clay with a
little sand. — Depth 15 meters. — September 4, 1912.

pr. 1 m ³	Number of animals.	Rough weight.	pr. 1 m ³	Number of animals.	Rough weight.
<i>Abra nitida</i>	2,4	0,20	<i>Abra nitida</i>	11	1,20
<i>Saxicava rugosa</i>	1,2	0,04	<i>Macoma calcarea</i>	1	0,60
<i>Axinus flexuosus</i>	1,2	0,04	<i>Solen pellucidus</i>	15	4,40
<i>Nucula sulcata</i>	34,4	24,12	<i>Cardium echinatum</i>	1	0,20
			<i>Axinus flexuosus</i>	102	10,50
			<i>Montacuta ferruginosa</i>	3	0,20
			<i>Nucula tenuis</i>	6	22,90
			— <i>nitida</i>	78	
<i>Cylichna</i> sp.....	0,8	0,04	<i>Turritella terebra</i>	47	78,00
			<i>Cylichna cylindracea</i>	4	0,20
			<i>Philine aperta</i>	2	12,30
<i>Lumbrinereis fragilis</i>	1,2	0,65	<i>Aricia armiger</i>	1	0,10
<i>Glycera</i> sp.....	5,6	3,89	<i>Nephtys</i> sp.....	Fragm.	8,40
<i>Nephtys</i> sp.....	Fragm.	0,32	<i>Phascolosoma</i>	1	0,30
<i>Cirratulus</i> sp.....	9,2	1,30	<i>Nemertini</i>	Fragm.	1,80
<i>Eumenia crassa</i>	0,4	0,32			
<i>Maldanidæ</i>	many	0,60			
<i>Ampharetidæ</i>	a few				
<i>Pista cristata</i>	0,4	0,28			
<i>Pectinaria auricoma</i>	Fragm.				
<i>Amphiura Chiajei</i>	12,0	2,36	<i>Amphiura filiformis</i>	c. 300	38,20
<i>Brissopsis lyrifera</i>	4,8	120,00	<i>Ophioglypha albida</i>	4	1,40
			<i>Asterias rubens</i>	1	2,00
			<i>Echinocardium cordatum</i>	20	310,00
<i>Crustacea</i>	6,4	0,72	<i>Portunus depurator</i>	1	1,80
<i>Pennatula phosphorea</i>	0,4	0,48			
<i>Actiniidæ</i>	0,4	0,32			
<i>Myxine glutinosa</i>	0,4	2,92			
		158,60 (9,008)			494,50 (27,10)

Fig. 9. — Two valuations of 1 m³ sea-bottom. Kattegat.

even distribution, such as Molluscs or Echinoderms, *I have succeeded in obtaining a survey of the animal communities in our Danish waters.* This survey is seen on the chart fig. 10, where the distribution of the different animal communities is shown by means of curves and colours. A matter of importance must, however, be mentioned here. The sea-bottom in Denmark generally consists of ooze, sand or mud and is quite level especially in deep waters; but stones often occur in patches at the bottom, and near land there is also a vigorous growth of *Zostera*, *Laminariae* and other algae. Many species of animals live

on and in the level sea-bottom and form communities which are almost as easily charted as the different kinds of bottom deposits, but others only occur on stones or plants which are often found in patches and so scattered on the bottom that all charting, at any rate in detail, is impossible; we cannot chart each stone on the bottom of the sea. Within several of the communities of the level sea-bottom we have such an *epifauna* attached to stones, shells, plants and similar objects; the animal contents of this epifauna differ of course in deep and shallow water; the animal communities at such places consist of a double fauna, one belonging to the fauna of the level sea-bottom, the other to the epifauna. In flowing waters the epifauna may be exceedingly luxuriant, so that the bottom may be covered with large *Modiola* or *Mytilus* and their companions, worms, Echinoderms, etc. Such a rich fauna would never be able to thrive on a level sea-bottom, as it requires a constant supply of detritus, which constitutes the main nutriment of these animals.

In the *shallowest waters* we find various epifaunas that are connected with the different geological nature of the coast and the costal plants etc.; it is exceedingly difficult to chart them, but in *deeper* waters there seems to be greater uniformity; epifaunas may also occur here, they are charted when found.

In the modern descriptive plant-geography we have a parallel to these epifaunas, for example on a moor on which there are stones; these are covered not by heather but by species of lichen and thus have quite a different plant community than the formation in which they are found.

If we have once become clear as to the double nature of the fauna, caused by objects that do not belong to the level, ordinary sea-bottom, we can easily understand that the bottom-sampler sometimes may bring up quite different contents from places lying quite near each other.

The quantitative determinations carried out in Danish waters show, that certain species are more restricted in distribution than others, and some may be present in many, almost all animal communities though not as characteristic animals but only as accompanying species; it is also seen, that there is a great agreement between the distribution of the animals and the depth, the kind of bottom, the hydrographical conditions, especially the salinity, which from the North Sea to the Baltic varies from 3,5 to 0,5 p. 100. The physical conditions are evidently of great importance for the distribution of the species; but *also the biological factors*, such as the relations between the species, must be taken into consideration in order to be able to understand the occurrence of the communities. It would lead too far here to enter further into this question, but I mention it because I find it quite wrong, that some of the more recent, marine zoogeographers wish to base the division into zoogeographical provinces, regions or zones on the outer conditions alone. I can much better sympathize with the authors, such as E. Forbes, Lorenz and others, who tried to *characterize various geographical regions according to their content of animals*.

The physical conditions may afford good hints to zoogeography, because on broad lines they are better known than the distribution of the animals, but there may exist so many combinations of outer conditions, all of which may influence the distribution, that

it is impossible by their means to determine beforehand the distribution of the animals in the sea; it seems to me, that it would be far better to rely upon the distribution of the characteristic animals, taking this in the sense in which I have used it here; for it must be supposed that also *in other waters outside the Danish there must be such characteristic animals or communities*; what I have hitherto seen in the North Sea at least gives me some reason for this belief. From the literature not much information can be expected in this matter; the material of the *large expeditions* is generally divided up among many specialists never to be collected into a whole again as regards the animal communities; further, this material is not based on true quantitative investigations, but collected by means of dredges, trawls and similar apparatus.

Excellent *preliminary work* for true quantitative measurements have been carried out in France during late years by Thoulet, Guérin-Ganivet and G. Pruvôt, in England by Allen and Holt and in Scandinavia by Appellöf, Lönnberg and others; in these works I often find representatives of several of the characteristic animals of the Danish animal communities, partly occurring just as they do here.

K. Möbius of Berlin is the one who first spoke of animal communities in the sea, Biocoenoses he called them. Fr. Dall in Germany was the first to make quantitative investigations on bottom-animals, namely in the area laid dry at ebb-tide, where the animals could be dug up.

Finally, it may be mentioned, that one of the most characteristic animal communities of the world will certainly be the reef-building corals; L. Joubin has already given some beautiful charts thereof, but a *quantitative* investigation is still wanting; it will possibly not be easy to carry out.

From the literature I only know one attempt at characterizing larger areas of the sea-bottom by means of quantitative characteristic animals; this is Johan Hjort's experiment with the fishes, based on the *fishery statistics*, by means of which we have information of the relative frequency of a great many fishes, especially the food-fishes in the different regions of the sea; thus in his and Murray's book on *The depths of the ocean* he succeeded in characterizing the fish fauna of the coastal banks north of Great Britain by means of their quantities of cod, haddock, plaice, etc.; south of Great Britain Merluccius is the dominant species almost down to the north coast of Africa, and further south other species occur in quantities.

Hjort also mentions how long, narrow depth-belts along the coast of Europe are populated by characteristic species of fishes, some living in deeper, others in shallower waters, but the depth in which a certain species lives often changes with the latitude (temperature and light conditions); on page 423 he writes that on trawling at different depths from shallower to deeper water, « we immediately recognise different strata, each characterized by its peculiar fish-community. It will be of interest to define the extent of these communities by means of the species found most abundantly ».

If Hjort can already find out so much by means of the trawl and with regard to the swiftly moving fishes, how much more should we not feel inclined to suppose that this also applies to the slowly moving species of animals on the sea-bottom. Of great

interest is his chart p. 535 showing the spawning-places of three species of lings (*Molva*); these three species spawn from Iceland to the coasts of France, each of them in its own characteristic region as seen by the chart; it is not easy in few words to characterize these three spawning-regions, which are so different both as regards depth and geographical distribution. I am of opinion, that certain animal communities have a similar distribution in these waters and that in the course of time, to speak summarily of their presence, we shall but name the characteristic animals there, in order to designate the regions spoken of; I really cannot think of anything else as basis for designating these regions, extending like narrow belts along the border of the continent, in which the animals have now made themselves at home. *The animal communities would thus become the main thing in zoogeography like the plant communities in botany.*

The experiments made to set up *horizontal divisions* for the distribution of the animals along the sea-bottom (in provinces), ought only to comprise the animal communities living in *shallow water*, otherwise too different communities will become mixed; the *vertical divisions* (in zones, belts) have generally only been slightly characterized, but all agree still in separating the abyssal fauna from the littoral. I feel certain, that investigation and charting of the *animal communities actually occurring*, will comprise everything that is right in both methods. How narrow the limits of such widely distributed animal communities have to be drawn, must be shown by future investigations of their characteristic animals.

I cannot conclude these remarks on the geographical distribution without mentioning that, as already known, the distribution of the animals and plants in the sea is not exclusively determined by the surrounding conditions under which they live, but also by conditions that are in connection with the development of the earth and with the origin in earlier times of certain species at such places of the earth, where, checked by the extension of land and sea, they have not been able to spread everywhere where they could thrive. It comes however under another division of zoogeography to clear up the latter conditions, but what I specially aim at here, is partly to *describe* the distribution of the animals within smaller regions where only the factors of the present time can be supposed to have any regulating power, partly to try to find *the causes* of this distribution. One must at least be entitled to suppose, that this restriction of the problem, which permits of a more detailed investigation of the whole of a smaller region, will sooner lead to an understanding of these causes, physical as well as biological, and thereby also obtain theoretical importance. That I hope also by my investigations to obtain some *practical* results for the benefit of our sea-fisheries, is quite a different matter, which I shall not deal with any further on this occasion.

5688-13. — CORBEIL. — IMPRIMERIE CRÉTÉ.

Étude sur les formes larvaires Tiluriennes DE POISSONS APODES

RECUEILLIES PAR LE « THOR »

PAR LOUIS ROULE,

Professeur au Muséum national d'Histoire naturelle.

M. J. Schmidt, qui dirige les croisières océanographiques du *Thor*, si fécondes en précieux résultats, a bien voulu me confier, pour l'examiner, sa collection de larves Tiluriennes, recueillies au cours de ses investigations dans l'océan Atlantique à l'ouest des côtes européennes, et dans la Méditerranée. Cette série d'exemplaires est sûrement l'une des plus complètes qui soit. Je l'ai donc étudiée avec intérêt, et c'est le résultat de ces recherches que je donne dans ce mémoire. L'attention que l'on porte aux larves des Poissons Apodes, en Océanographie comme en Ichthyologie, devient considérable à cause de leur haute valeur à tous égards ; la publication toute récente d'une œuvre importante de Grassi (1913), les travaux de J. Schmidt lui-même, en fournissent les preuves. Aussi, tout ce qui concerne ces larves ne saurait laisser les naturalistes indifférents.

Ce mémoire comprend trois parties : la première consacrée à la description systématique des exemplaires ; la deuxième, à leur description morphologique ; la troisième, et dernière, à une brève discussion sur leur identification présumée, c'est-à-dire sur leur rattachement probable à des formes adultes et définies.

PREMIÈRE PARTIE

Description systématique.

I. — HISTORIQUE.

La première mention des larves Tiluriennes a peut-être été faite par Rafinesque (1810). Cet auteur décrit et figure, sous le nom d'*Oxystomus hyalinus*, un être qui paraît se

rapporter à ce groupe. Mais la description en est si succincte, et le dessin si peu précis, qu'il y a doute à son égard. Par suite, et contrairement à l'avis de plusieurs auteurs subséquents, tels que Carus (1893), j'estime que le terme d'*Oxystomus* doit disparaître de la nomenclature.

En revanche, celui de *Tilurus* doit être retenu. Kölliker le créa (1853-1854) pour un individu recueilli à Messine (*Tilurus Gegenbauri* Köll.). La diagnose qu'il en donne s'applique exactement aux formes du type *Tilurus s. str.* Elle suffit pour dénoter les différences établies entre elles et les *Leptocephalus* proprement dits, *Tilurus* se caractérisant par son corps très allongé que termine un appendice caudal filiforme. Les autres particularités, alors invoquées, se retrouvent chez certains *Leptocephalus*, et manquent, par contre, à certains êtres que l'on doit classer non loin du *Tilurus* de Kölliker. Quoi qu'il en soit, la diagnose faite par cet auteur, exacte dans son ensemble, rend valable le nom créé par lui,

Depuis cette date, plusieurs autres formes de *Tilurus* ont été décrites, notamment par Kaup (1856), Facciola (1882), Strömmann (1896), J. Schmidt (1906). Autant qu'il est permis d'en juger d'après des descriptions souvent trop brèves, et parfois imprécises, ces formes se rapprochent du *Tilurus Gegenbauri* de Kölliker, et ne diffèrent point de lui; elles appartiennent à son cycle systématique.

Il n'en est plus de même pour quelques exemplaires qu'il me fut permis d'observer (1910) dans la riche collection de larves de Poissons, recueillies dans ses dragages par S. A. S. le Prince de Monaco. Ceux-ci ont une conformation qui se rapproche en partie de celle de *Tilurus*, mais s'en écarte à divers égards : la nageoire dorsale, par exemple, est fort courte; la dentition offre un aspect tout spécial. L'ancienne diagnose, établie par Kölliker, ne convenait donc plus à ces êtres, qui composent vraiment un type nouveau. Mais, n'ayant point à ma disposition une collection suffisante de *Tilurus* véritables, il m'était alors interdit d'aller plus loin.

Les choses ont changé dès l'année suivante, grâce à M. J. Schmidt, qui m'a confié, avec une véritable obligeance dont je le remercie volontiers, la nombreuse série dont la description fait l'objet du présent mémoire. J'ai pu élargir (1911) l'ancien cadre systématique devenu trop étroit, et pratiquer quelques divisions rendues nécessaires, en créant, dans l'ensemble des formes larvaires d'Apodes réunies sous les deux vocables de *Leptocephalus* et de *Tilurus*, un groupe des *Larves Tiluriennes*, et montrant l'existence, parmi elles, dans l'état présent de la science, de trois types principaux : *Tilurus*, *Tiluroopsis*, *Tilurella*. Les deux premiers de ces types sont établis d'après les exemplaires de J. Schmidt, et le troisième d'après ceux du Prince de Monaco.

II. — LA NOTION ET LES TYPES DES LARVES TILURIENNES.

Le *Tilurus* de Kölliker et ses types affines sont, selon toutes probabilités, des larves de Poissons Apodes. Le fait, toutefois, n'est pas démontré de façon catégorique, car il faudrait suivre les phases entières du développement et de la métamorphose : ce qui n'a pu être accompli encore. Mais la ressemblance de ces êtres avec les Leptocéphales, pour

lesquels on a maintenant toute certitude à ce sujet, est si grande, qu'il est permis d'accepter ce sentiment sans craindre de se tromper, comme le démontrent l'allure générale et la conformation anatomique.

Diagnose essentielle. — Corps long et plat, rubané, transparent, terminé en avant par une tête moins haute que le tronc, en arrière par un tronçon caudal filamenteux. Myotomes en nombre considérable et supérieur à deux cents. Pectorales présentes, mais petites. — Les autres particularités que l'on pourrait invoquer diffèrent selon les types secondaires, ou même les dimensions, et sans doute l'âge, des individus. Il importe de ne jamais oublier qu'il s'agit ici de larves, c'est-à-dire d'êtres en voie de transformation, et de ne se baser, par suite, que sur les caractères les plus généraux.

Diagnose différentielle. — Le groupe des Larves Tiluriennes se distingue de celui des Larves Leptocéphaliennes, ou des Leptocéphales proprement dits (en conservant dans la systématique le terme *Leptocephalus* pour des larves seules, et non pour un genre défini — *Conger* — d'adultes), par la longueur plus grande de son corps, le nombre plus élevé de ses myotomes, et sa possession d'un filament caudal. Convenablement défini et délimité en ce qui le concerne, il contient, dans l'état présent de nos connaissances, trois types distincts.

Ce nombre augmentera sans doute, en raison de la quantité considérable des genres et des espèces de Poissons Apodes qui paraîtraient susceptibles, d'après leur organisation définitive, de posséder des larves de cette sorte. Il pourrait s'accroître, en outre, du fait d'un certain nombre d'exemplaires, classés dans *Leptocephalus* par les auteurs, bien que leurs affinités semblent plutôt dirigées vers *Tilurus* : par exemple *Leptocephalus curvirostris* et *L. tiluroïdes* de Strömmann. Du reste, le groupement Tilurien, tel que je l'établis, est peut-être provisoire; il exprime l'état actuel des documents acquis, mais rien n'empêche que des observations ultérieures ne le modifient. Sa création présente, et nécessaire, dénote, en tout cas, la diversité fort grande d'aspect et de dispositions qui se manifeste parmi les larves des Poissons Apodes, diversité supérieure à celle que l'on admet d'habitude.

SUBDIVISION DU GROUPE EN TYPES. — Le terme « Type » est employé ici, au lieu de « Genre ». Les dénominations adoptées ne pouvant être que provisoires, il importe d'éviter l'usage de termes ayant une acception précise et définie. En outre, s'adressant à des larves, et désignant des phases sujettes à transformations, il faut empêcher toute possibilité de confusion ultérieure. De même, et pour un motif identique, les subdivisions de chaque type seront indiquées par des lettres, afin de ne rien préjuger du nom spécifique véritable, encore ignoré, qui devra être celui de l'espèce adulte à laquelle la larve pourra être rapportée.

Ces types sont actuellement, et sous le bénéfice des réserves précédentes, au nombre de trois : *Tilurus s. str.*, *Tiluropsis*, *Tilurella*.

Type *Tilurus s. str.* — Ce type correspond à l'ancien genre *Tilurus* auct.

Diagnose essentielle. — Tête petite et relativement courte, sa longueur ne dépassant guère la hauteur au delà de deux fois. Œil circulaire, d'aspect normal. Museau en forme de cône à base large. Mâchoires armées de dents longues et espacées, et de

crocs mandibulaires antérieurs et caducs, surtout visibles chez les jeunes. Anus fort reculé en arrière. Filament caudal grêle, et caduc en majeure partie. Nageoires pectorales fort petites. Dorsale débutant presque immédiatement en arrière de la tête, pour s'étendre jusqu'à la base du filament caudal. Anale courte, s'arrêtant sur la base du filament caudal.

Diagnose différentielle. — *Tilurus* diffère de *Tiluroopsis* par sa tête plus courte et par ses yeux normaux. Il diffère de *Tilurella* par : son museau à base large, ses dents longues et relativement peu nombreuses, son anus très reculé en arrière, sa longue dorsale, son filament caudal grêle et caduc, souvent absent en majeure partie.

Type *Tiluroopsis*. — *Diagnose essentielle et diagnose différentielle.* — Ce type, voisin de *Tilurus*, et susceptible peut-être de se confondre avec lui, ne s'en écarte guère que par son museau un peu plus allongé, donnant à la tête une forme moins globuleuse où la longueur dépasse la hauteur de plus de deux fois, et surtout par ses yeux télescopiques et de contour ovalaire, qui se dressent en saillie sur les deux côtés de la tête.

Type *Tilurella*. — *Diagnose essentielle.* — Tête petite et relativement courte, rendue remarquable par son museau étroit, qui offre l'aspect d'un rostre ou bec pointu. Œil circulaire, d'aspect normal, assez petit. Mâchoires armées de dents nombreuses et très fines, en lime ou râpe douce. Anus assez antérieur, et percé un peu en avant du début du dernier quart postérieur du corps. Filament caudal assez haut et non caduc. Nageoires pectorales fort petites. Dorsale et anale égales, débutant au niveau de l'anus pour s'étendre en arrière sur le filament caudal entier, et s'y relier, sur son extrémité, à une petite caudale arrondie.

Diagnose différentielle. — *Tilurella* diffère de *Tilurus* par : son museau en rostre, ses yeux plus petits, ses dents très nombreuses et très petites, son anus reporté plus en avant, son filament caudal relativement épais et non caduc, sa dorsale courte et insérée, avec l'anale, sur tout le filament caudal. Ses caractères différentiels d'avec *Tiluroopsis* sont du même ordre, en leur ajoutant ceux des yeux normaux et non télescopiques.

III. — DESCRIPTION DES LARVES RECUEILLIES PAR LE « THOR ».

Ces larves appartiennent toutes aux types *Tilurus* et *Tiluroopsis*. Il n'est, parmi elles, aucun représentant de *Tilurella*, dont je n'ai eu des exemplaires que dans les collections du Prince de Monaco. Je décrirai ces derniers ultérieurement, avec les autres larves faisant partie des mêmes collections.

La plupart des zoologistes, qui ont contribué à faire connaître les *Tilurus* méditerranéens recueillis à portée de Messine, décrivent deux catégories de ces larves, auxquelles ils accordent le titre et le rang d'espèces, tout en différant parfois entre eux au sujet de la synonymie.

Grassi (1913), après une discussion consacrée à cette nomenclature, conserve les deux catégories, et classe dans l'une ou dans l'autre les exemplaires qui, étudiés par lui, proviennent de la Sicile. Il donne à l'une d'elles le nom de *Tilurus hyalinus* Facciola, à la

seconde celui de *Tilurus trichiurus* Cocco (*T. Gegenbauri* Kölliker, *T. Rafinesquei* Facciol  ).

J'arrive à un résultat identique avec les échantillons du *Thor* pris dans la Méditerranée et dans l'océan Atlantique. Je décrirai la première série de formes sous le vocable *Tilurus A*, et la seconde sous celui de *Tilurus B* (voir la note préliminaire publiée en 1911, avec la collaboration de R. Despax).

TILURUS A (fig. 1-4). — Les exemplaires de cette série, remarquables par leur pigmentation rare et régulière, me paraissent correspondre à la plupart de ceux que les auteurs rangent sous le nom de *Tilurus trichiurus* Cocco (Grassi). — 8 exemplaires.

Diagnose. — Tête épaisse, et museau court. La hauteur de la tête est contenue au plus une fois et demie dans sa longueur. La longueur du museau atteint rarement la moitié de la longueur de la tête, et lui est souvent inférieure.

Narines placées très près du bord antéro-supérieur de l'orbite, ne présentant qu'une seule ouverture recourbée en S.

Yeux relativement grands ; leur diamètre atteint parfois la moitié de la hauteur de la tête à leur niveau, ou lui est inférieur de peu.

Pigmentation. — Quelques points pigmentés sur l'occiput. Trois à quatre ponctuations au niveau des myocommes, sur la ligne médio-latérale. Une ligne simple régulière de ponctuations à la base et le long de la nageoire dorsale. Une ligne simple régulière de ponctuations dans la région ventrale, le long de l'intestin.

Tableau des principales dimensions.

NUMÉROS	LONGUEUR totale.	LONGUEUR de la tête.	LONGUEUR du museau.	HAUTEUR de la tête au niveau des yeux.	HAUTEUR maxima du tronc.	DISTANCE préanale.	LONGUEUR du filament caudal.
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.
1.....	117	3,0	1,5	2,5	4,2	?	?
2.....	152	4,0	1,8	3,0	5,5	147	5
3.....	215	6,0	2,0	4,0	7,5	206	9
4.....	220	5,5	2,4	4,0	?	209	11
5.....	233	4,0	2,0	3,0	7,5	217	16
6.....	254	6,0	2,5	4,0	8,0	244	10
7.....	283	6,0	2,0	4,0	9,0	260	23
8.....	300	5,5	2,0	4,0	10,0	289	11

Dentition. — Fragile, et souvent incomplète sur les échantillons, sans doute à la suite de ruptures accidentelles. La formule la plus élevée, et normale sans doute car les deux mâchoires sont entièrement garnies, est $\frac{1+6+7 \text{ ou } 8}{1+7+2 \text{ ou } 3}$. Les premières (1) sont les grands crochets antérieurs prélarvaires, facilement caducs, et qui manquent souvent. Les dents qui viennent ensuite ($\frac{6}{7}$ habituellement) sont plus petites, coniques, pointues, et tournées en avant ; elles se croisent souvent d'une mâchoire à l'autre ; les inférieures sont

plus fortes que les supérieures. Les dents dernières $\left(\frac{7 \text{ ou } 8}{2 \text{ ou } 3}\right)$ occupent un court espace voisin de la commissure, et plus étendu sur la mâchoire supérieure que sur l'autre ; très petites, et souvent absentes en raison de leur fragilité, elles peuvent facilement passer inaperçues.

Les autres dispositions m'ont semblé, du moins sur mes échantillons, trop variables pour les mentionner.

L'exemplaire donné jadis par Kolliker, sous le nom de *Tilurus Gegenbauri*, au Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris, et conservé dans les collections, peut être considéré comme se rattachant à cette série.

TILURUS B (fig. 9-14). — Les exemplaires en sont caractérisés, outre divers particularités, par l'abondante pigmentation de la région médio-ventrale. Ce fait, joint à la plupart des autres dispositions de la structure, autorise à établir une concordance entre leur série et *Tilurus hyalinus* Facciola (Grassi). — 15 exemplaires.

Diagnose. — Tête assez étirée, et museau souvent allongé. La hauteur de la tête est contenue moins de deux fois dans sa longueur. La longueur du museau, assez variable, permet de grouper les exemplaires en deux catégories secondaires : dans l'une, elle se tient assez en deçà de la moitié de la longueur de la tête, et le museau reste court (fig. 10) comme chez *Tilurus A* ; dans l'autre, elle atteint presque la moitié de cette longueur et, s'associant à une restriction de la hauteur de la tête, il en résulte que le museau prend une forme plus effilée (fig. 11).

Narines souvent munies de deux orifices : l'un, postérieur, large, placé auprès du bord antéro-supérieur de l'orbite ; l'autre antéro-inférieur, étroit, parfois semblable à une fente, situé un peu en arrière du milieu du bord du maxillaire supérieur.

Yeux relativement petits ; leur diamètre, inférieur à la moitié de la hauteur de la tête, se restreint parfois jusqu'à n'en mesurer que le tiers, principalement chez les individus dont le museau est effilé.

Pigmentation. — Quelques ponctuations éparses sur l'occiput, autour de l'œil, et sur la mâchoire inférieure, souvent absentes, soit en totalité, soit en partie. Points pigmentés peu nombreux et peu visibles, le long de la base de la nageoire dorsale. Ponctuations médio-ventrales nombreuses et serrées, formant une bande brunâtre, bien visible, qui accompagne et suit l'intestin.

Tableau des principales dimensions.

NUMÉROS	LONGUEUR totale.	LONGUEUR de la tête.	LONGUEUR du museau.	HAUTEUR de la tête au niveau des yeux.	HAUTEUR maxima du tronc.	DISTANCE prénale.	LONGUEUR du filament cau- dal.
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.
9.....	79	4,0	1,75	2,5	4,0	74,0	5,0
10.....	93	4,9	2,0	3,0	5,2	83,5	9,5
11.....	97	4,0	1,5	2,5	5,0	91,0	6,0
12.....	98	4,5	2,0	2,5	5,0	94,0	4,0
13.....	110	5,0	2,2	3,0	4,5	97,5	12,5
14.....	116	4,5	2,0	3,0	5,0	109,0	7,0
15.....	116	5,0	2,0	3,0	5,5	104,0	12,0
16.....	130	4,7	2,0	3,0	7,0	111,0	19,0
17.....	139	5,0	2,0	3,0	8,0	131,0	8,0
18.....	144	5,0	2,0	3,0	6,0	108,0	36,0
19.....	148	5,0	2,5	3,0	7,5	142,5	5,5
20.....	195	5,2	2,5	4,0	5,5	178,5	16,5
21.....	210	6,0	3,0	3,5	7,0	185,0	25,0
22.....	250	6,5	3,0	3,5	8,5	228,0	22,0
23.....	320	7,0	3,0	4,0	12,0	275,0	45,0

Dentition. — Conforme, dans l'ensemble, à celle de *Tilurus A*. Mêmes observations et mêmes réserves au sujet de la finesse des dents postérieures, que l'on n'aperçoit souvent qu'avec difficulté, et de la caducité des autres.

TILUROPSIS A (fig. 5-8). — Ce type n'a pas encore été décrit, du moins à ma connaissance. Le nombre de ses exemplaires (3), quoique restreint, dénote toutefois que leur conformation paraît être régulière et définie.

Diagnose. — Tête assez effilée, conique. La hauteur de la tête est contenue une fois et demie à deux fois un quart dans la longueur. La longueur du museau est inférieure à la moitié de la longueur de la tête.

Narines largement ouvertes, situés bien en avant du bord antérieur de l'orbite, ne présentant qu'un seul orifice ovalaire ou trifolié.

Yeux grands, télescopiques, elliptiques et non pas circulaires, à grand axe dirigé verticalement. La hauteur de l'œil fait environ la moitié de la hauteur de la tête.

Pigmentation. — Ponctuations peu nombreuses, souvent espacées avec régularité, montrant de place en place un point plus fort et plus apparent, situées dans la région médio-ventrale, de manière à accompagner l'intestin.

Tableau des principales dimensions.

NUMÉROS	LONGUEUR totale.	LONGUEUR de la tête.	LONGUEUR du museau.	HAUTEUR de la tête au niveau des yeux.	HAUTEUR maxima du tronc.	DISTANCE prénale.	LONGUEUR du filament cau- dal.
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.
24.....	50,5	3,0	1,2	2,0	3,0	46,0	4,5
25.....	98,0	4,5	1,5	2,0	3,0	93,5	4,5
26.....	180,0	5,5	2,5	3,0	7,5	165,5	14,5

Les exemplaires portant les n^{os} 24 et 25 ont encore un faciès prélarvaire. Le n^o 26

paraît parvenu à la phase larvaire complète : c'est lui qui est représenté par les figures 5 à 8.

Dentition. — Peu dissemblable de celle de *Tilurus*, sauf par la taille un peu plus forte des dents postérieures, qui les fait moins différer des dents antérieures. La mâchoire supérieure, dans l'individu complet du n° 26, est privée de ses crochets terminaux, dont l'emplacement reste encore indiqué (fig. 6) ; elle porte 13 dents coniques, qui diminuent graduellement de hauteur jusqu'à la commissure ; ce chiffre devrait être augmenté sans doute, car toute l'extrémité antérieure de cette mâchoire, inerte sur l'échantillon, doit probablement son aspect à la chute accidentelle des deux ou trois dents qui la garnissaient. La mâchoire inférieure possède 1+9 dents, coniques comme les précédentes, mais sensiblement plus fortes ; les deux crocs antérieurs, et terminaux, sont petits. Les dents, aux deux mâchoires, se dirigent en avant, de manière à s'entre-croiser dans la bouche fermée.

IV. — DESCRIPTION DE PHASES PRÉLARVAIRES (fig. 15-17).

La collection du *Thor* contenait 4 individus de petite taille, que leurs dimensions restreintes, leur conformation, leur dentition, autorisent à considérer comme appartenant à des phases prélarvaires. Ces phases ressemblent nettement à celles que l'on connaît de certains *Leptocephalus*. Elles en diffèrent toutefois par leur possession d'un filament caudal déjà net. Cette particularité suffit pour qu'on puisse les rattacher, sans trop craindre de se tromper, au groupe *Tilurien*, et les considérer comme formes prélarvaires de *Tilurus* ou d'autres types affines.

N° 27. — Cet exemplaire, qui est celui dont les figures 15 à 17 représentent les principales particularités d'aspect extérieur, est aussi le plus petit de tous. Il mesure 17 millimètres de longueur.

La tête, globuleuse, bombée, est presque sphérique ; elle compte 1^{mm},5 de longueur sur 1^{mm},1 de hauteur. La longueur du museau est inférieure à la moitié de la longueur de la tête ; la mâchoire inférieure dépasse la supérieure, dont l'extrémité est tronquée.

Les narines, largement ouvertes, ne portent qu'une seule ouverture, placée non loin et en avant du bord antéro-supérieur de l'orbite.

La pigmentation, faible, consiste en quelques ponctuations ventrales et médio-latérales.

Les yeux sont circulaires, normaux, et modérément grands. Leur diamètre est inférieur de peu à la moitié de la hauteur de la tête.

La hauteur maxima du tronc est de 1^{mm},7. La distance préanale, sur la longueur totale du corps (17 millimètres), compte pour 15 millimètres, et la longueur du filament caudal pour 2 millimètres.

La dentition offre des caractères prélarvaires fort nets. La mâchoire supérieure porte en avant deux grands crocs légèrement coudés en bas ; elle possède, en outre, sur chacun de ses côtés, deux longues dents coniques, dirigées en avant et en bas. La mâchoire inférieure, également armée de deux crocs terminaux, mais plus grêles que les supérieurs et coudés en haut, porte, sur chacun de ses côtés, trois dents coniques

dirigées en avant et en haut, plus fortes et plus longues que leurs similaires de la mâchoire supérieure. La formule dentaire est donc $\frac{1+2}{1+3}$.

N° 28. — Cet exemplaire ne diffère du précédent que par sa longueur quelque peu plus grande, qui atteint 21 millimètres; et par sa formule dentaire, qui est $\frac{1+4}{1+5}$.

	Millim.
Longueur de la tête.....	2,0
Longueur du museau.....	1,0
Hauteur de la tête.....	1,0
Hauteur maxima du tronc.....	1,2
Distance préanale.....	19,0
Longueur du filament caudal.....	2,0

	Millim.
N° 29. — Longueur totale.....	39,0
Longueur de la tête.....	2,5
Longueur du museau.....	1,0
Hauteur de la tête.....	1,8
Hauteur maxima du tronc.....	2,0
Distance préanale.....	38,0
Longueur du filament caudal.....	1,0

Formule dentaire : $\frac{1+3}{1+4}$.

Les crocs terminaux conservent les fortes dimensions qu'ils possèdent chez les n°s 27 et 28, mais les dents latérales sont plus grêles sur les deux mâchoires.

	Millim.
N° 30. — Longueur totale.....	51,5
Longueur de la tête.....	2,5
Longueur du museau.....	1,0
Hauteur de la tête.....	2,0
Hauteur maxima du tronc.....	2,0
Distance préanale.....	50,0
Longueur du filament caudal.....	1,5

Les crocs terminaux des mâchoires sont plus grêles que ceux du n° 29. Les nageoires pectorales, quoique fort petites, commencent à faire leur apparition.

V. — DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE.

Tableau concernant « *Tilurus A* ».

NUMÉROS	POINTS GÉOGRAPHIQUES	DATES DE LA CAPTURE
1	Méditerranée: 39°10' N. - 9°40' E.	1 ^{er} février 1909.
2	— 36°46' N. - 2°18' W.	19 février 1909.
3	(<i>Tilurus</i> sp. <i>major</i> de Schmidt); I. Faroe.....	22 mai 1904.
4	Atlantique: 61°21' N. - 10°59' W.	22 mai 1904.
5	Méditerranée: 36°40' N. - 3°30' W.	20 février 1909.
6	Atlantique: 51°31' N. - 11°50' W.	16 juin 1906.
7	— 51°08' N. - 13°05' W.	18 juin 1906.
8	Méditerranée: détroit de Messine.....	Janvier 1909.

Tableau concernant « *Tilurus B* ».

NUMÉROS	POINTS GÉOGRAPHIQUES	DATES DE LA CAPTURE
9	Atlantique: 48° 42' N. - 12° 20' W.	21 mai 1906.
10	— 49° 27' N. - 13° 33' W.	12 juin 1906.
11	— 48° 43' N. - 12° 05' W.	9 juin 1906.
12	— 49° 25' N. - 12° 20' W.	24 juin 1905.
13	(<i>Tilurus</i> sp. <i>minor</i> de Schmidt).....	1905.
14	?	?
15	Atlantique: 51° 34' N. - 11° 50' W.	16 juin 1906.
16	— 51° 04' N. - 11° 39' W.	31 mai 1906.
17	Méditerranée: 36° 40' N. - 3° 30' W.	20 février 1909.
18	Atlantique: ?	7 juin 1906.
19	— 49° 23' N. - 12° 13' W.	10 juin 1906.
20	— ?	juin 1906.
21	— ?	juin 1906.
22	— 47° 20' N. - 12° 23' W.	8 juin 1906.
23	— 48° 41' N. - 11° 30' W.	8 juin 1906.

Tableau concernant « *Tiluroopsis* ».

NUMÉROS	POINTS GÉOGRAPHIQUES	DATES DE LA CAPTURE
24	Atlantique: 51° 04' N. - 11° 39' W.	31 mai 1906.
25	Gibraltar: 35° 53' N. - 7° 26' W.	18 juin 1910.
26	— 35° 57' N. - 7° 26' W.	24 février 1909.

Tableau concernant les phases prélarvaires.

NUMÉROS	POINTS GÉOGRAPHIQUES	DATES DE LA CAPTURE
27	Méditerranée: 43° 36' N. - 7° 36' E.	29 janvier 1909.
28	— 37° 51' N. - 15° 21' E.	5 janvier 1909.
29	?	6 novembre 1906.
30	Atlantique: 50° 25' N. - 12° 44' W.	5 juin 1906.

Ces documents, rassemblés et comparés entre eux, conduisent aux conclusions suivantes :

A. — Les plus jeunes phases prélarvaires (nos 27 et 28) proviennent de la Méditerranée; leur date de capture est en janvier. Une phase prélarvaire plus avancée (n° 30), qui vient de l'Atlantique, a été prise au mois de juin.

Le *Tiluroopsis* de 50 millimètres (n° 24) a été pris en mai dans l'océan Atlantique.

Les larves mesurant 50 à 100 millimètres de longueur (nos 9, 10, 11, 12 de *Tilurus B* et n° 25 de *Tiluroopsis*), viennent de l'Atlantique ou de Gibraltar, et ont été capturées en mai ou en juin.

Les larves qui comptent 100 millimètres à 200 millimètres de longueur ont deux provenances. Les unes (nos 1 et 2 de *Tilurus A.*, n° 17 de *Tilurus B.*, n° 26 de *Tiluroopsis*)

viennent de la Méditerranée, ou de Gibraltar; toutes ont été prises pendant le mois de février. Les autres (nos 13?, 14?, 15, 16, 18, 19, 20 de *Tilurus B*), dont la provenance est Atlantique, ont été capturées en mai ou en juin.

Les larves d'une longueur supérieure à 200 millimètres offrent également une double provenance, et une différence correspondante de dates. Celles de la Méditerranée (nos 5 et 8 de *Tilurus A*) ont été capturées en janvier et février; celles de l'océan Atlantique (nos 4, 6, 7 de *Tilurus A*; nos 21, 22, 23 de *Tilurus B*) le furent en mai et juin.

Il est donc permis d'admettre comme très probable que les adultes générateurs des larves Tiluriennes habitent également l'océan Atlantique avec la Méditerranée; et que les dates de la ponte, ainsi que la série des phases du développement (attestées par celles de la croissance), se trouvent, dans la Méditerranée, en avance de quelques mois sur celles de l'Atlantique.

B. — De plus, les conditions des captures sont telles que l'aire géographique de répartition de ces larves Tiluriennes embrasse actuellement la Méditerranée, avec l'Atlantique tempéré du 35^e au 61^e parallèles Nord. Les phases prélarvaires et les moins avancées des larves complètes ont été capturées vers le 50^e parallèle N., ou au-dessous de lui. Les adultes générateurs habitent donc, selon toutes présomptions, la Méditerranée et les zones tempérées ou tropicales de l'Atlantique.

Les circonstances des captures placent les phases prélarvaires, et les moins avancées des larves complètes, dans des eaux qui recouvrent les grandes profondeurs, ou des zones assez peu profondes, mais voisines des confins du plateau continental et du début de l'étage abyssal. Il serait donc permis d'en inférer que la ponte des Apodes générateurs de larves Tiluriennes s'accomplit à proximité, ou au-dessus, des grandes profondeurs marines.

DEUXIÈME PARTIE

Description morphologique.

Cette description est succincte. L'état des échantillons, qui n'avaient pas été fixés, ni conservés pour des études délicates, et la nature même de cette étude, qui est surtout consacrée à la systématique, empêchaient qu'il en fût autrement. Il s'agit seulement d'indications complémentaires portant sur la topographie anatomique, et non d'autre chose.

I. — DESCRIPTION DE SECTIONS TRANSVERSALES. — Des coupes transversales en séries ont été faites sur trois individus: une prélarve de 21 millimètres (n° 28); un *Tilurus B* de 116 millimètres (n° 14); un *Tilurus A* de 283 millimètres (n° 7).

A. — *Prélarve de 21 millimètres* (fig. 18 à 25 inclus). — La section de la figure 18, la plus antérieure de celles qui ont été dessinées, passe par la région postérieure de la tête, entre les yeux et la dépression collaire. Elle a surtout pour objet de montrer, dès cette phase si jeune, la forme et l'ampleur déjà considérable des replis operculaires *Op*. La cavité

bucco-pharyngienne *Cbp* s'étend transversalement, et ne porte encore, au-dessous d'elle, aucun vestige du squelette hyo-branchial. La notocorde *Nt* montre, à ce niveau, son extrémité antérieure, étroite et resserrée transversalement. Aucune ébauche d'ossification n'est présente. Les seuls rudiments du squelette sont donnés par les cartilages paracordaux *Cp*, qui se placent transversalement de part et d'autre de la notocorde. Chacun d'eux porte une expansion qui pénètre dans le repli operculaire. L'encéphale *En*, volumineux, occupe la majeure part de la masse cranienne.

La section de la figure 19 passe, à quelques dixièmes de millimètre en arrière de la précédente, par la dépression collaire. La structure fondamentale du tronc commence à s'y révéler. La paroi du corps entoure une spacieuse cavité cœlomique libre, où sont placés le neuraxe *Nx*, la notocorde *Nt*, et l'ébauche intestinale *In*. Cette paroi comprend une région médio-dorsale, une région médio-ventrale, et deux régions latérales semblables et symétriques. Les deux premières, médianes et impaires, minces, se caractérisent en ce qu'elles ne contiennent aucune fibre musculaire. Par contre, les régions latérales, plus épaisses et plus étendues, constituent la majeure part de la paroi du corps; elles renferment les myoblastes des myomères, rangés avec régularité. Ces éléments en sont à une période encore peu avancée de leur développement; presque rectangulaires et encore peu étendus transversalement, ils affectent une disposition régulière, qu'ils perdront plus tard, à mesure qu'ils grandiront et que leurs fibres se différencieront davantage. Le neuraxe, de section ovalaire à grand axe transversal, repose directement sur la notocorde. Celle-ci, plus large que le neuraxe, consiste presque, tellement les vacuoles de ses cellules sont amples, en un tube, dont la mince paroi serait constituée par la gaine notocordale, et la cavité par l'ensemble de ces vacuoles unies entre elles ou à peine séparées par de minces tractus; la paroi est irrégulièrement plissée. La notocorde possède, au-dessous d'elle et sur la ligne médiane, la section d'un petit canal à paroi mince, que sa situation et sa continuité (car on le retrouve sur toutes les coupes jusqu'à l'extrémité postérieure du tronc) autorisent à considérer comme représentant l'aorte. Il n'existe, autour de la notocorde, nul vestige de sclérotomes, ni aucune pièce pouvant se rapporter au système squelettique; la notocorde est seule, en tant qu'appareil de soutien. L'intestin consiste en un canal simple, sans annexe dans cette région, et borné à une mince paroi constituée par l'épithélium digestif en couche simple de cellules cubiques. La partie supérieure et la partie inférieure de la section n'offrent, sur la ligne médiane, aucun vestige de nageoires impaires.

La section de la figure 20 montre la structure du tronc de la prélarve, dans la zone qui équivaut au premier quart antérieur de ce tronc; elle passe sensiblement vers le cinquième millimètre depuis l'extrémité antérieure du corps. La disposition générale ressemble, à peu de chose près, à celle de la zone collaire. Pourtant, la région médio-dorsale porte, en son milieu, une ébauche de nageoire dorsale *Nd*, qui se dresse comme une lame étroite, haute, privée de rayons, et bornée à un repli tégumentaire. Les principaux changements portent sur l'intestin, et sur deux petits canaux *Cn*, dont les sections se montrent déjà dans les coupes plus antérieures. — L'intestin est adjoind une annexe glandulaire compacte *Gl*, dont je n'ai pu détailler la structure. Cette annexe

commence à se montrer de suite après la zone collaire ; la série des coupes dénote nettement qu'elle s'ouvre dans la cavité intestinale, et qu'elle en dépend par conséquent. Puis, dans les coupes sériées subséquentes, elle s'élargit, acquiert les dimensions qu'on lui voit sur la présente figure, et, gardant toujours le même aspect, s'amincit peu à peu, pour se terminer au niveau du septième millimètre depuis l'extrémité antérieure du corps. — Les deux conduits *Cn* débutent aussi dans la région collaire ; je n'ai pu, toutefois, reconnaître leurs connexions exactes. Placés à peu de distance l'un de l'autre, ils accompagnent le tube intestinal sur une grande longueur, tout en se séparant de lui, et conservant leur indépendance. Leur structure est celle des canaux similaires que j'ai retrouvés sur des larves plus avancées (fig. 32) ; leur paroi, relativement épaisse, et plus encore dans la phase présente que dans celle de la figure 32, consiste en une assise épithéliale simple d'éléments cubiques à gros noyau. Les diverses conditions de leur aspect et de leur structure autorisent à présumer que ces conduits sont ceux des reins embryonnaires, bien que je ne puisse affirmer la présence de canalicules.

La section de la figure 21 passe sensiblement par le milieu du corps, à égale distance de l'extrémité antérieure et de l'extrémité postérieure. La structure ne diffère point de celle que montre la section précédemment décrite. La principale différence porte sur l'annexe intestinale, qui a disparu. L'appareil digestif borne sa composition à un tube aux parois minces, et privé de tout appendice. La nageoire dorsale, un peu plus élevée que dans les zones plus antérieures, était plissée sur la coupe, et a été représentée ainsi.

La figure 22 montre un changement d'organisation en ce qui concerne le système digestif. La section, qu'elle représente, a été effectuée à deux millimètres environ derrière la précédente. Le tronc commence à s'effiler et à diminuer de hauteur. La nageoire dorsale atteint pourtant son maximum d'extension dans le sens vertical. La principale particularité est offerte par le canal digestif, qui change de nature, tout en continuant à être privé d'annexe. Il s'élargit, acquiert un diamètre plus grand de deux ou trois fois que dans ses parties plus antérieures. En outre, sa paroi ne montre plus la même constitution, bien que toujours constituée par une assise épithéliale simple : les éléments de cette assise, assez inégaux comme hauteur de manière à dessiner des replis faisant relief intérieur, appartiennent au type cylindrique.

Cette structure se conserve désormais. La section dessinée dans la figure 23 passe par le début du tiers postérieur du corps. Le tronc s'est rapetissé dans tous les sens ; cette diminution de taille atteint tous les organes, sauf l'intestin, qui montre une structure identique à celle de la figure 22. La restriction la plus sensible porte sur les régions latérales et musculaires de la paroi du corps ; celles-ci, tout en diminuant d'épaisseur, diminuent aussi de hauteur, de manière à laisser une plus grande place à la région médio-ventrale non musculeuse, qui entoure l'intestin et l'accompagne.

L'accentuation de ces divers faits augmente à mesure que l'on suit la série des coupes, en allant vers l'extrémité postérieure du corps. La section de la figure 24 passe à un millimètre, à peu près, en avant de l'anus. La paroi somatique musculaire, très réduite, ne se sépare point de la notocorde ni du neuraxe ; ces différents appareils se juxtaposent, et ne laissent entre eux aucun interstice, ni aucun vestige de la cavité coelomique, si ample et si

spacieuse plus en avant. La région médio-ventrale et non musculaire de la paroi du corps est devenue aussi étendue, ou même davantage, que l'ensemble des régions latérales unies à la région médio-dorsale. L'intestin, aussi proche de sa terminaison et de l'anus, conserve pourtant son diamètre total, et une épaisseur de parois, peu différents de ce qu'il présente plus en avant.

La section de la figure 25, qui termine cette série, passe immédiatement en arrière de l'anus. L'intestin a disparu; les seuls organes intérieurs se bornent à la notocorde et au neuraxe, directement entourés par la paroi du corps, sans interstices. La nageoire dorsale existe toujours; elle se prolonge jusqu'à l'extrémité postérieure du corps, et trouve désormais un symétrique ventral dans la nageoire anale *Na*, faite comme elle d'un mince repli tégumentaire.

Toutes les sections de la prélarve du n° 28 sont représentées à un grossissement uniforme de $\frac{150}{1}$, pour mieux laisser apprécier les relations et les variations des parties.

B. — *Larve de dimensions intermédiaires entre celles des prélarves et celles des plus grands exemplaires* (*Tilurus B*, n° 14, mesurant 116 millimètres de longueur) (fig. 26, 27, 28). —

La figure 26 représente, à un grossissement de $\frac{60}{1}$, une section transversale de la tête, passant par les masses oculaires; l'une de ces dernières est coupée selon son plan médian, de manière à montrer le cristallin *Cin*. Le fait important, que dénote cette figure, consiste dans le progrès accompli, depuis la phase prélarvaire précédente, par le squelette céphalique. Non seulement des pièces complémentaires, appartenant au chondro-crâne et au dermo-crâne, ont pris naissance, mais encore la plupart d'entre elles ont achevé leurs processus d'ossification. La capsule crânienne *Chn*, fort épaisse latéralement, plus mince en haut et en bas, entoure une spacieuse cavité, qui loge l'encéphale, mais auquel les rétractions dues à l'action des réactifs ont substitué — dans la série des coupes — la part antérieure du neuraxe. Les globes oculaires portent, au-dessus d'eux, une mince lame osseuse. Le plancher crânien est soutenu par les pièces sphénoïdales *Sph*, qui s'intercalent à la cavité crânienne et à la cavité buccale. Cette dernière, *Cbp*, a été intéressée, par la section, en arrière de la commissure des mâchoires; aussi la paroi des joues est-elle entière. Pourtant, sa partie inférieure contient les extrémités postérieures des mandibulaires *Mdb*, qui, de là, se prolongent en avant pour soutenir les mandibules. Le squelette hyo-branchial est présent avec ses arcs; ceux-ci sont placés dans les coupes qui suivent la section de la figure 26; les pièces médianes de ce squelette, *Chy*, qui s'étendent plus en avant, ont été comprises dans la section.

Si la différence est considérable entre cette larve n° 14 et la prélarve n° 28 au sujet de la structure de la tête, et du squelette notamment, il n'en est plus de même pour l'organisation du tronc. Celui-ci s'est modifié toutefois, mais dans des proportions moindres de beaucoup. La figure 27 montre, à un grossissement de $\frac{20}{1}$, une section passant par le milieu du corps, comme celle de la figure 21 pour la prélarve; la comparaison permet

de se rendre compte des ressemblances, qui sont considérables, et des dissemblances, qui sont plus faibles. La première des divergences porte sur la taille, devenue plus considérable chez la larve n° 14, puisque les deux dessins, malgré la différence des grossissements, ont presque la même hauteur. La paroi du corps présente toujours ses quatre régions, deux latérales, une médio-dorsale, une médio-ventrale. Ces deux dernières, relativement minces, ne contiennent aucune fibre musculaire ; la médio-dorsale porte une crête, qui est la coupe de la nageoire dorsale. Les deux parois latérales, grandes et parallèles, relativement peu distantes, composent de beaucoup la majeure part des parois du tronc ; leur parallélisme sur les coupes résulte de la forme très comprimée que le tronc entier présente dans le sens transversal. Ces parois latérales contiennent les fibres musculaires myomériques, disposées sur plusieurs rangs sans trop de régularité, et désormais distinctes. La cavité coelomique, spacieuse, contient en son milieu un complexe organique, fait du neuraxe, de la notocorde et de l'aorte. Ces appareils ressemblent à ceux de la prélarve, et ne paraissent avoir accompli aucun progrès. La notocorde, notamment, se borne à sa gaine et à ses éléments aux larges vacuoles, sans aucune indication de genèse de corps vertébraux. La partie inférieure, et ventrale, de la cavité coelomique contient l'intestin, dont les dimensions, depuis la prélarve, ne semblent point avoir trop augmenté, et dont la structure ne paraît pas s'être modifiée. Il est probable, d'après cette condition, que le rôle fonctionnel de l'appareil digestif ne soit pas considérable.

La figure 28 représente, à un grossissement de $\frac{150}{1}$, la partie inférieure, contenant l'intestin, de la figure précédente. On y voit mieux la petite étendue relative, et la minceur de la région médio-ventrale, qui ne contient dans son épaisseur aucune fibre musculaire. On y voit aussi les fibres musculaires *My* de la partie inférieure des régions latérales. Le grossissement étant égal ici à celui des figures 21 et 22, on se rend compte que l'intestin ne s'est guère élargi que du double depuis la prélarve, tandis que sa longueur et celle du corps augmentaient de plus de cinq fois. Le tube intestinal est attaché à la paroi du corps par l'extrémité de deux mésentères latéraux *Ms*. Sa paroi propre consiste en une assise épithéliale cylindrique, de hauteurs différentes, semblable à celle que montre la prélarve dans la moitié postérieure de son corps. Ici, comme chez la prélarve, tout l'appareil digestif se compose seulement d'un étroit conduit intestinal, droit, ventral, divisé en deux régions d'étendues presque égales : l'une antérieure, aux parois minces dont l'épithélium est bas et cubique, pourvue d'une annexe glandulaire ; l'autre postérieure et privée d'annexe, dont la paroi épaisse porte un épithélium à hautes cellules cylindriques.

C. — *Grande larve (Tilurus A n° 7, mesurant 283 millimètres de longueur) (fig. 29 à 32).* — Il est inutile de décrire longuement la structure de cette larve, qui ne diffère guère de la précédente que par ses dimensions plus fortes.

La figure 29 représente, à un grossissement de $\frac{20}{1}$, une section transversale pratiquée, dans le tronc, un peu en avant du milieu du corps. La comparaison avec la figure 27, dont

le grossissement est semblable, dénote qu'aucun changement trop sensible, sauf celui de la croissance, ne s'est accompli. La coupe montre avec netteté la conformation singulière du tronc, très serré et rétréci transversalement, de manière à revêtir l'aspect d'un ruban, ou d'une lame, que surmonterait, en haut, la crête de la nageoire dorsale. Les parois latérales et parallèles de ce tronc contiennent, dans leur substance, les myomères avec leurs fibres musculaires; mais ces derniers arrêtent leur bord supérieur à quelque distance au-dessous de la base de la nageoire dorsale, et permettent ainsi à la région médio-dorsale, qui prolonge en haut les parois latérales, de prendre un aspect quelque peu différent. Cette région, plus mince, plus transparente, plus souple, se plisse souvent, et modifie ses contours de manière à paraître prolonger la nageoire, ou dépendre de son système, bien qu'elle appartienne à la paroi du corps. La cavité coelomique, toujours spacieuse, et plus encore qu'aux phases précédentes, contient, dans sa moitié inférieure, un peu au-dessous de son centre, le complexe de la notocorde, du neuraxe, de l'aorte, et, tout à fait en bas, l'appareil digestif.

Quelques détails du complexe neuro-notocordal, et de la portion des parois du corps placée à son niveau, se trouvent donnés par la figure 30, à un grossissement de $\frac{80}{1}$. La paroi du corps se compose d'une mince assise tégumentaire *Tg*, complètement privée d'écaillés même à l'état embryonnaire, sous laquelle se place l'épaisse musculature myomérique *My*. La section étant transversale, plusieurs myomères ont été rencontrés par la coupe à divers niveaux; les myocommes, très minces, ne sont guère exprimés (fig. 29) que par des diminutions locales d'épaisseur. — La notocorde *Nt* n'a point changé de structure depuis la prélarve; elle s'est étirée en longueur pour suivre le corps dans son mouvement de croissance, et s'est sensiblement élargie, mais sans modifier sa nature. Attachée à la paroi du corps par des tractus dont je n'ai pu reconnaître la véritable composition, elle se compose seulement de sa gaine *Gnt*, qui entoure une cavité centrale, faite de toutes les vacuoles confondues. Au-dessus d'elle, et sur la ligne médiane, se place le neuraxe; au-dessous, l'aorte *Ao*. — Cette figure précise donc ce fait remarquable d'une larve de Vertébré Gnathostome mesurant près de 30 centimètres de longueur, dont les dimensions sont, par conséquent, considérables, et qui n'a pour tout squelette, dans le tronc, que sa notocorde, alors que la tête a presque établi les dispositions essentielles de son appareil de soutien.

La figure 31 est destinée à préciser quelques particularités de la figure 29, à un grossissement plus élevé encore que celui de la figure 30. Elle représente, à $\frac{150}{1}$, la partie inférieure et médio-ventrale du tronc, où se trouve l'intestin. La coupe, ayant été pratiquée dans la moitié antérieure du corps, intéresse la région digestive antérieure, avec son annexe glandulaire. Placée (*In*) à gauche dans la figure, cette dernière montre son épithélium bas et cubique, entouré par une assise conjonctive assez épaisse. Le massif glandulaire, relativement volumineux, est divisé en deux parts, qui correspondent sans doute à deux glandes différentes. L'une d'elles, *Glt*, ventrale, est constituée par des tubes courts et rameux, assez espacés; l'autre, *Glg*, plus petite, située sur la droite de la coupe,

se divise en un certain nombre de lobules qui se disposent à la façon de ceux d'une glande en grappe. Ces divers appareils sont plongés dans une gangue mésenchymateuse, qui les assemble, et qui contient, par surcroît, les deux conduits néphridiens (?) *Cn.* Ceux-ci, représentés dans la figure 32 à un plus fort grossissement, n'ont pas changé depuis la prélarve; ils ont conservé le même aspect, la même structure, et presque les mêmes dimensions.

II. — NOTES COMPLÉMENTAIRES SUR LES MYOMÈRES ET LE FILAMENT CAUDAL. — Le complément relatif aux myomères porte sur leur nombre. Ce chiffre, vu l'état des larves conservées, était assez difficile à apprécier avec exactitude. Quatre exemplaires de *Tilurus B* ont présenté pour cette quantité, mesurée depuis la région collaire jusqu'au début du filament caudal, et sous la réserve d'erreurs non évitables, les nombres suivants : 207, 238, 245, 249. Les myomères post-anaux paraissent compter, dans ces chiffres, pour une dizaine au plus. Cette évaluation ne diffère pas sensiblement de celle de Grassi (1913), qui compte 218 à 232 myomères chez *Tilurus hyalinus*, et 300 environ chez *Tilurus trichiurus*.

Un autre note complémentaire s'adresse au filament caudal. Ce dernier, chez la prélarve la moins avancée (n° 27), mesure 2 millimètres de longueur, ou le huitième environ de la longueur totale. Il prolonge le tronc en arrière de l'an us (fig. 17), et s'effile progressivement, régulièrement, sans se subdiviser en régions dissemblables; il équivaut réellement à la région post-anale du tronc. Il montre dans son intérieur, jusqu'à son extrémité terminale, la notocorde et des myomères. Une nageoire dorsale fort délicate, simple repli tégumentaire, parcourt sa ligne médio-dorsale entière; une nageoire anale parcourt de même sa ligne médio-ventrale (fig. 25); et toutes deux s'unissent, sur l'extrémité en pointe du filament, à une petite caudale. La disposition offerte rappelle donc, en miniature, celle des Apodes dont la dorsale, l'anale, et la caudale sont confluentes.

La conformation devient toute autre chez les larves (fig. 13 et 14 pour *Tilurus B*; fig. 7 et 8 pour *Tiluroopsis*). La région post-anale du corps se différencie en deux parties : l'une antérieure, directement placée en arrière de l'an us, courte et haute; l'autre postérieure, terminale, longue et grêle. La première continue directement le tronc, qu'elle prolonge sans autre solution apparente de continuité qu'une légère diminution de hauteur après l'an us; elle représente la région post-anale définitive du tronc. La seconde, moins élevée, comprimée latéralement, très mince, est le filament caudal proprement dit. Je n'ai pas trouvé les phases de passage entre cette structure et celle de la prélarve; il semble, toutefois, que l'une puisse dériver de l'autre par simple inégalité de croissance.

La région post-anale du tronc porte, sur toute sa longueur, l'extrémité postérieure de la nageoire dorsale, et une nageoire anale. La première s'atténue peu à peu, et cesse sur le début du filament caudal. La seconde agit de même, puis s'élargit à nouveau pour façonner une expansion médiane et verticale, soutenue par des rayons, qui se place sous le début du filament caudal. En outre, et à son niveau, la notocorde, qui partout ailleurs dans le tronc constitue l'unique organe de soutien, s'adjoint ici deux plaques de sustentation que leur aspect autorise à considérer comme des hypuraux. Grassi (1913) figure des dispositions du même ordre. Quelle est la signification d'une telle structure? Si l'on se

reporte à la prélarve, cette expansion élargie appartient à l'anale, et non pas à la caudale véritable qui était située sur l'extrémité même du corps. Peut-on la considérer comme une caudale de nouvelle formation, produite aux dépens de l'anale? Il faudrait, pour trancher la question, connaître les phases de la métamorphose et du passage à l'organisation définitive. Or, ces phases sont encore inconnues.

Le filament caudal manque en grande partie à la plupart des échantillons ; sa minceur le rend fragile, et de nombreux individus n'en portent qu'un court tronçon, placé en arrière de la région post-anale et de ses nageoires. Les tableaux de dimensions (pages 5, 7, 9) donnent sa longueur pour chaque exemplaire. Il paraît n'avoir été conservé en entier que sur deux larves, les n^{os} 18 et 23 ; sa longueur, considérable, atteint chez l'une le quart, chez l'autre le septième, de la longueur totale du corps. Partout ailleurs, il ne mesure guère que quelques millimètres. On peut donc le considérer comme caduc, et destiné à disparaître, sauf peut-être sa base qui demeurerait comme tronçon terminal. — Ce singulier appendice ressemble à une sorte de lanière filiforme, aplatie, de hauteur peu inégale, appendue à la région postérieure du corps. Il ne porte aucune trace de replis tégumentaires médians simulant des nageoires ; il faut donc que les replis de la prélarve, qui formaient une dorsale postérieure, une anale postérieure, et une caudale, se soient effacées jusqu'à disparaître, en admettant toutefois que ce filament de la larve dérive, par inégalité de croissance, de celui de la prélarve. La notocorde s'étend dans son intérieur selon son axe. Il porte souvent des vergetures pigmentaires, qui lui donnent une teinte assez foncée, et permettent, lorsqu'il est présent, de le reconnaître malgré sa finesse.

Ce filament caudal de *Tilurus* et de *Tiluroopsis* diffère grandement de celui de *Tilurella*. Ce dernier, plus épais, plus court, persistant, n'est autre que la partie terminale du tronc, qui s'effile progressivement, avec régularité, pour s'achever en pointe. Il porte, de bout en bout, et jusqu'à cette pointe, l'extrémité postérieure de la nageoire dorsale, et celle de l'anale. Il se termine par une véritable caudale complète, quoique de dimensions exiguës. Il prolonge le tronc post-anal de façon manifeste, et sans différenciation apparente ; tandis que celui de *Tilurus* et de *Tiluroopsis* ressemble à un appendice de complément, qui se distingue nettement, par ses dimensions comme par sa structure, du tronc proprement dit.

TROISIÈME PARTIE

Identification de *Tilurus*.

Cette partie sera brève, en raison de l'absence complète de documents satisfaisants. En effet, et ainsi qu'il est dit plus haut, les phases de la métamorphose, chez ces larves, sont encore ignorées.

Grassi (1913) trouve, après avoir mentionné mes notices préliminaires sur cette question, qu'elles ne l'ont point fait avancer d'un pas. J'en dirai tout autant des pages qu'il lui consacre dans son mémoire. Et même aujourd'hui, rien encore n'est changé. C'est que

la faute n'en revient ni à lui, ni à moi, mais à l'état même des choses. Aucun raisonnement, aucune induction, ne peuvent suppléer au défaut de documents précis. Or, ce sont eux qui manquent, et qui empêchent de conclure avec exactitude. La seule méthode scientifique consiste donc à ne point présumer, à ne pas chercher des rapprochements auxquels le doute s'opposera toujours, mais à tenter de recueillir des matériaux complémentaires, d'eux-mêmes suffisants.

Pourtant, si j'aboutis à cette conclusion négative et à cette réserve nécessaire, mes recherches m'autorisent à préciser certaines parties du problème, et à leur fixer quelques limites, en relevant une erreur dans laquelle Grassi (1913) est tombé.

J'ai décrit le premier (1910) une forme larvaire de Némichthydé. J'ai montré comment cette forme se rapprochait de *Tilurus*, et par quels caractères elle s'en écartait, de manière à éviter toute confusion entre les deux. L'année d'après (1911), j'ai donné à cette larve, qui fait partie des collections du Prince de Monaco, le nom de *Tilurella*. — Or, non-seulement Grassi commet cette confusion; mais, reprenant mon opinion pour l'appliquer à *Tilurus*, il avance que *T. hyalinus* est peut-être la larve de *Nemichthys scolopaceus* Rich.

Grassi n'a point vu les phases de cette transformation. Il base simplement son avis sur les ressemblances qu'il croit exister entre *Tilurus* et *Nemichthys*. Les concordances qu'il cite sont exactes, en effet; mais elles ne constituent pas les seuls éléments du problème. Des dissemblances, encore plus manifestes, se montrent à côté d'elles; et il convient d'en tenir compte. Ainsi, la dentition de *Tilurus*, composée de dents en crocs relativement fortes, diffère complètement de celle de *Nemichthys*, faite de dents très nombreuses, minuscules, qui donnent aux mâchoires l'aspect d'une lime excessivement fine. Ainsi encore de la position de l'anüs. Les Némichthydés se font remarquer, parmi les Apodes, par la situation très avancée de cet orifice, qui est percé à peu de distance en arrière de la tête. Par contre, *Tilurus* possède l'une des ouvertures anales les plus postérieures qui soient parmi les larves des Apodes, puisque, dans un corps aussi long que le sien, elle est reléguée à l'extrémité même du tronc, et non loin de la base du filament caudal. Bien que la métamorphose, chez les larves des Apodes, comporte un déplacement de l'anüs, il faut convenir que la migration serait ici d'une ampleur vraiment excessive, et nécessiterait un remaniement extraordinaire de l'appareil digestif, pour reporter aussi loin en avant chez l'adulte ce qui est aussi loin en arrière chez la larve. Donc, et sans insister davantage, est-il impossible d'admettre, sur des présomptions de cette sorte, émises en l'absence de documents positifs, que *Tilurus* soit une forme larvaire de *Nemichthys*.

J'ai donné, dès 1910, les raisons qui me portaient à séparer *Tilurella* de *Tilurus*, et à considérer la première comme une larve de Némichthydé. Depuis cette date, les croisières du Prince de Monaco ont recueilli, dans l'Atlantique, d'autres exemplaires de *Tilurella*, et l'un d'eux montre l'une des phases de la métamorphose. Je vais, d'ici peu, décrire ces derniers, et trancher ainsi la question, d'après des documents réels, quant aux larves des Némichthydés.

Mais, si l'on doit écarter *Tilurus* de cette famille, il n'en reste pas moins que l'on ne sait encore de quoi le rapprocher, ainsi que son type affine *Tiluropsis*. On peut se livrer au jeu aisé qui consiste à comparer successivement les dispositions essentielles de *Tilurus*

à leurs correspondantes de toutes les familles d'Apodes, et même d'autres familles de Poissons : ce système d'élimination, qui aboutit ailleurs à des conclusions provisoirement acceptables, ne donne ici aucun résultat. Le museau court et la tête globuleuse semblent fournir une induction du côté des *Murénidés* ; mais les larves de ces derniers, décrites par Grassi, sont complètement différentes. Les relations les plus étroites, d'après la dentition, le nombre élevé des myomères, le petit tronçon terminal qui peut être laissé après la chute du filament caudal, l'expansion élargie qui se place à l'extrémité postérieure de l'anale, paraissent tournées vers les *Ophichthydés*. Or, si l'on en juge d'après les documents fournis par Grassi (1913), les larves de ceux-ci appartiennent à un type décrit sous le nom de *Leptocephalus Kefersteini* Kaup, et n'ont rien de semblable à *Tilurus*. A moins que ces larves ne soient déjà parvenues assez avant dans les étapes de leur métamorphose, et que leur état plus jeune ne concorde avec celui de *Tilurus*. Mais ce sont là des suppositions que rien ne démontre encore.

Le problème est donc complexe. Il l'est d'autant mieux que l'on ne saurait s'appuyer sur le fait, démontré par la distribution géographique, que les adultes générateurs de ces larves habitent la Méditerranée et l'Atlantique. Si toutes les espèces d'Apodes de ces deux mers étaient connues et décrites, il suffirait de chercher parmi celles qui réalisent ce double habitat, et l'on pourrait enserrer les termes du problème entre quelques-unes seulement d'entre elles. Malheureusement, il n'en est pas ainsi. Il a fallu arriver jusqu'à 1904 et 1910 pour démontrer sur pièces que la Méditerranée possède des Némichthydés. Même en ces derniers temps, des espèces nouvelles et des genres nouveaux ont été décrits comme provenant de l'Atlantique. Il se pourrait, par suite, que *Tilurus* et *Tiluropsis* soient des larves d'espèces encore inconnues.

A toutes ces présomptions s'ajoutent celles que fournissent les conditions mêmes des organismes larvaires, leurs ressemblances par convergence, leurs dissemblances parfois supérieures à celles des adultes, et la nature des métamorphoses. Réunies en un cas pareil, elles conseillent la réserve, et l'attente. La question de l'identification de *Tilurus* nécessite encore, pour avancer, l'apport d'autres documents complémentaires. Elle reste donc entière, et largement ouverte aux biologistes qui auront l'occasion d'étudier l'une des larves les plus remarquables et les plus énigmatiques qui soit parmi celles des Poissons.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

1861. — CARUS. — Über die Leptocephaliden, Leipzig.
1893. — CARUS. — Prodrömus Faunæ Mediterraneæ, vol. II, pars III, Stuttgart.
1829. — COCCO. — *Giornale di Scienze, Lett., Art. di Sicilia*, XXVI, Palermo.
1909. — EHRENBAUM. — Nordisches Plankton, Eier und Larven von Fischen, II, Kiel et Leipzig.
1882. — FACCIOLO. — *Il Naturalista Siciliano*, I, Messina.
1913. — GRASSI. — Metamorfosi dei Murenoidi, Iéna.
1870. — GUNTHER. — Catalogue of the Fishes in *The British Museum*, VIII, London.
1856. — KAUP. — Catalogue of Apodal Fish in *The Collection of British Museum*, London.
1853. — KOLLIKER. — *Zeitschrift f. Wissensch. Zool.*, Bd IV; — *Verhandl. d. Phys. Medic. Gesellsch. in Würzburg*, IV, 1854.
1810. — RAFINESQUE-SCHMALZ. — Indice d'Ittiologia Siciliana, Palermo.
1910. — ROULE. — *C. R. de l'Acad. des Sc.*, CL. — *Bull. de l'Institut océanogr.*, n° 171, Monaco.
1911. — ROULE et DESPAX. — *Bull. du Mus. nat. d'Hist. nat.*, n° 6.
1911. — ROULE. — *C. R. de l'Acad. des Sc.*, CLIII.
1912. — ROULE. — *C. R. de l'Assoc. franç. pour l'avanc. des Sc.*, 41^e Congrès.
1906. — SCHMIDT. — Rapports et procès-verbaux du Conseil permanent international pour l'exploration de la mer, V, Copenhague.
1896. — STRÖMMANN. — Dissertatio inauguralis (*Leptocephalids in the University zoological Museum at Upsala*), Upsala.
-

EXPLICATION DES FIGURES

LÉGENDE GÉNÉRALE

A, anus.
An, nageoire anale.
Ao, aorte.
Cbp, cavité bucco-pharyngienne.
Cen, cavité crânienne.
Chn, capsule crânienne.
Chy, hyoïdiens.
Cn, conduit néphridien.
Cop, ébauche oculaire.
Cp, cartilage paracordal.
Crn, vésicule cristallidienne.
En, encéphale.
Gl, annexe intestinale.
Glg, glande en grappe.
Glt, glande en tube.
Gnt, gaine de la notocorde.
In, intestin.

Md, mandibule.
Mdb, mandibulaire.
Ms, mésentère.
My, musculature myomérique.
Na, nageoire anale.
Nd, nageoire dorsale.
Nt, notocorde.
Nx, neuraxe.
Op, opercule.
P, nageoire pectorale.
Pc, paroi du corps.
Pcd, paroi non musculaire du corps.
Pcm, paroi du corps avec muscles myomériques.
Sph, sphénoïde.
Tg, tégument.
V, vaisseau.

Fig. 1 et 2. — *Tilurus A*; individus de deux tailles différentes, dont le filament caudal a disparu en grande partie. 1/1.

Fig. 3. — *Tilurus A*; région antérieure du corps. 9/1.

Fig. 4. — *Tilurus A*; partie du tronc, pour montrer la pigmentation. 3/1.

Fig. 5. — *Tiluropsis*. 1/1.

Fig. 6. — *Tiluropsis*; région antérieure du corps. 11/1.

Fig. 7. — *Tiluropsis*; région postérieure du corps. 6/1.

Fig. 8. — *Tiluropsis*; partie moyenne grossie de la figure précédente. 11/1.

Fig. 9. — *Tilurus B*. 1/1.

Fig. 10. — *Tilurus B* à museau court; région antérieure du corps. 8/1.

Fig. 11. — *Tilurus B* à museau effilé; région antérieure du corps. 10/1.

Fig. 12. — *Tilurus B*; partie du tronc, pour montrer la pigmentation. 3/1.

Fig. 13. — *Tilurus B*; région postérieure du corps. 3/1.

Fig. 14. — *Tilurus B*; partie moyenne grossie de la figure précédente. 9/1.

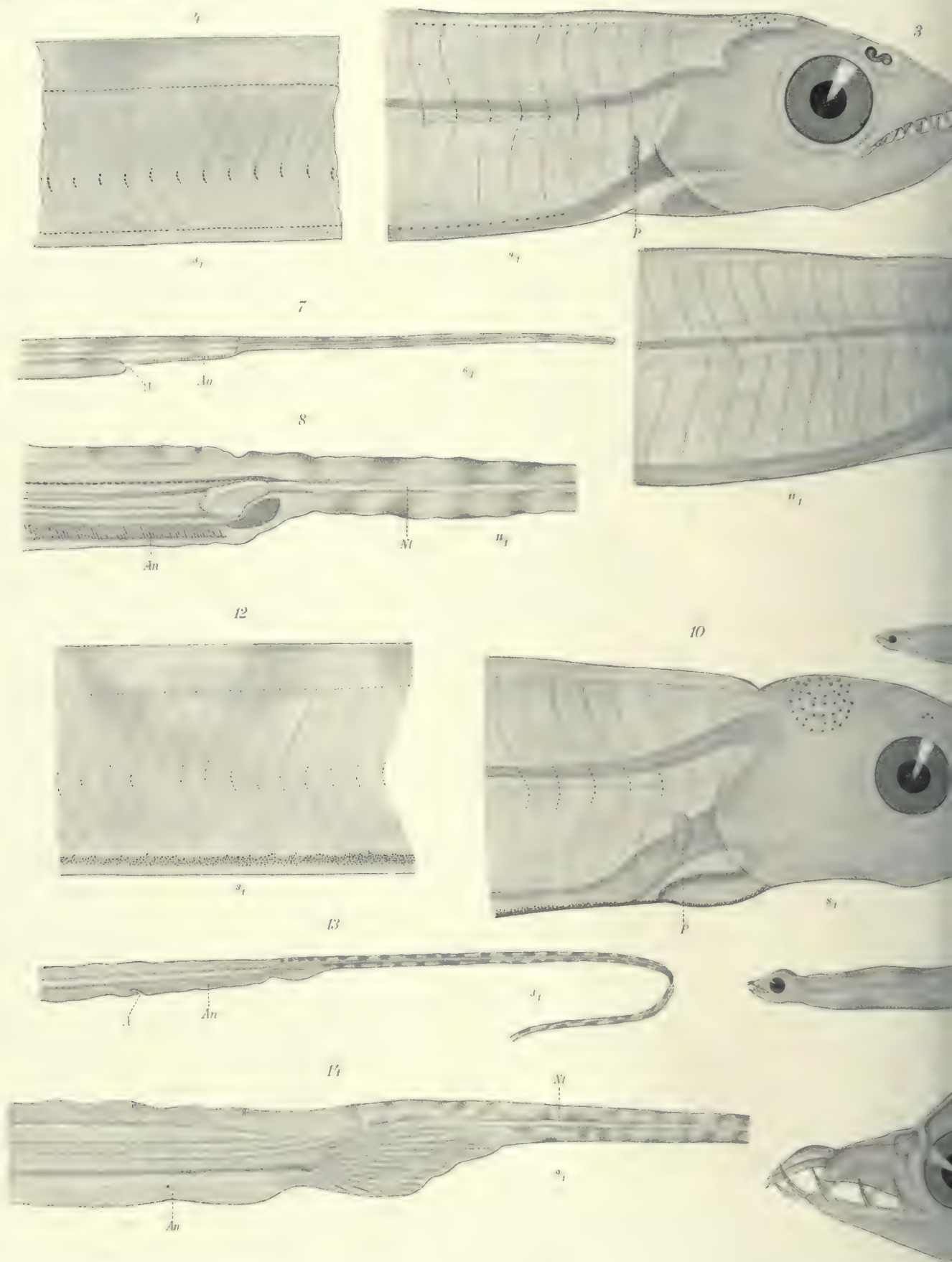
Fig. 15. — Prélarve n° 28. 3,5/1.

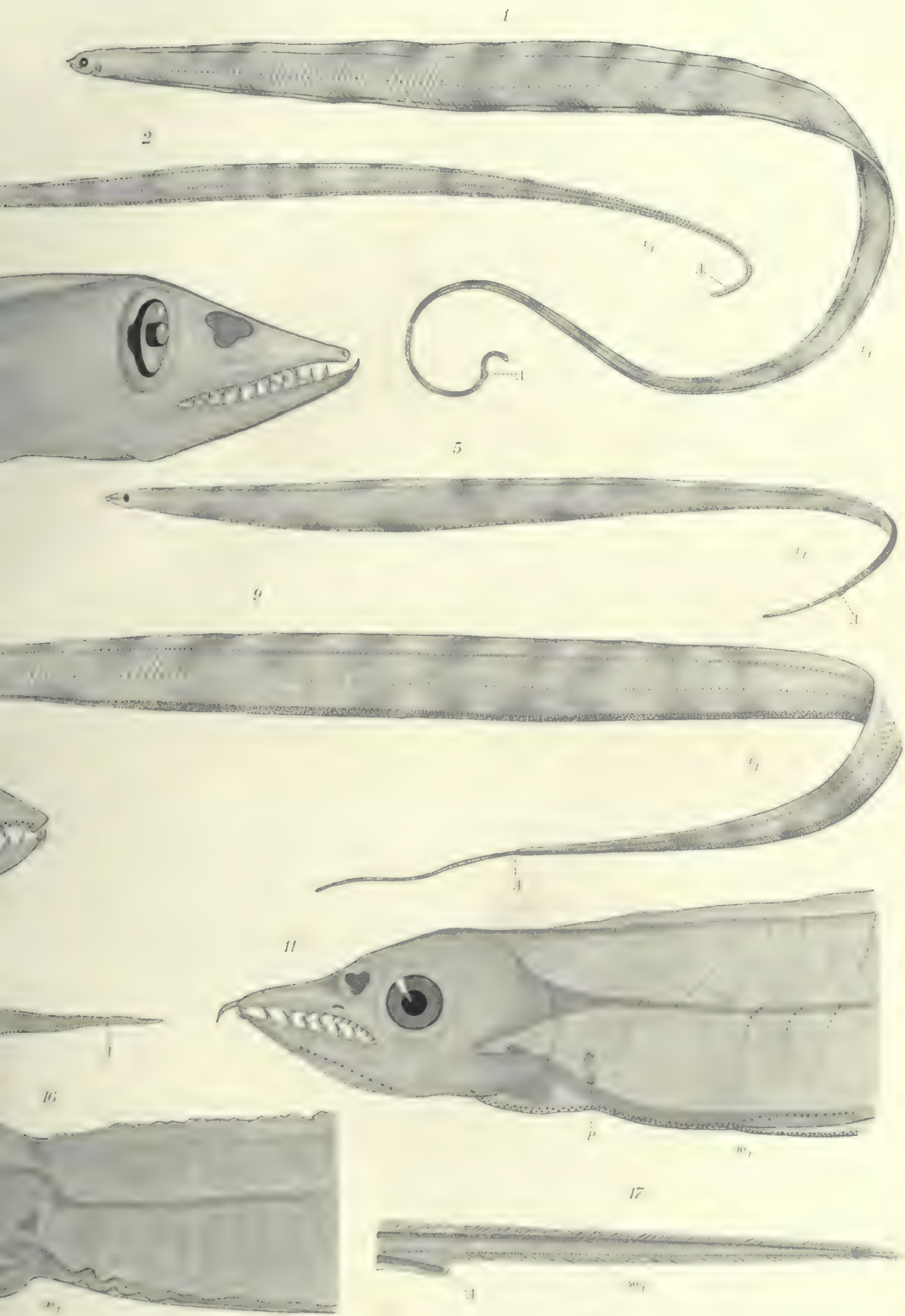
Fig. 16. — Prélarve n° 28; région antérieure du corps. 30/1.

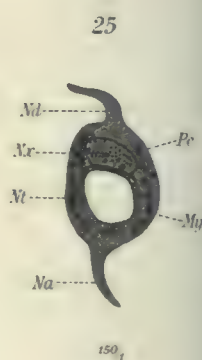
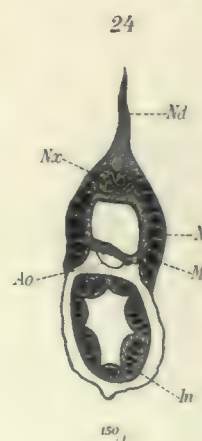
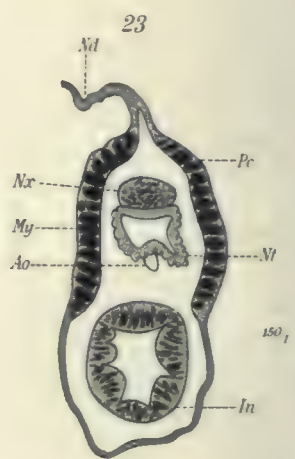
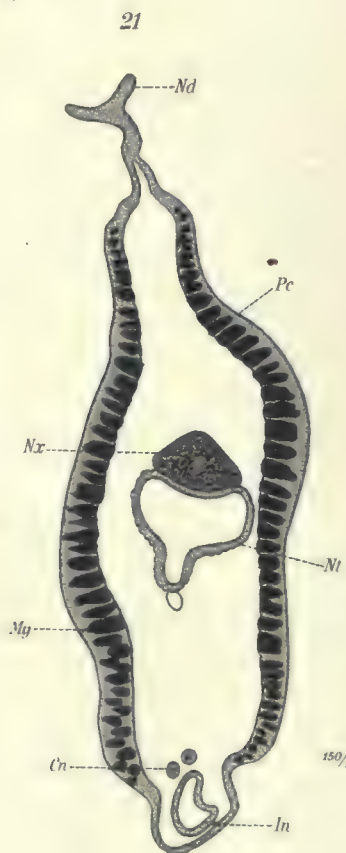
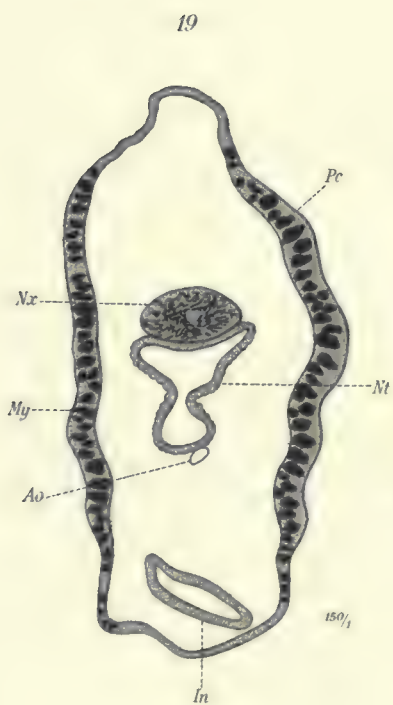
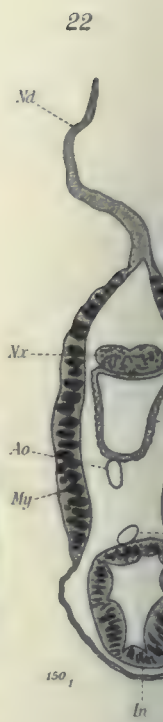
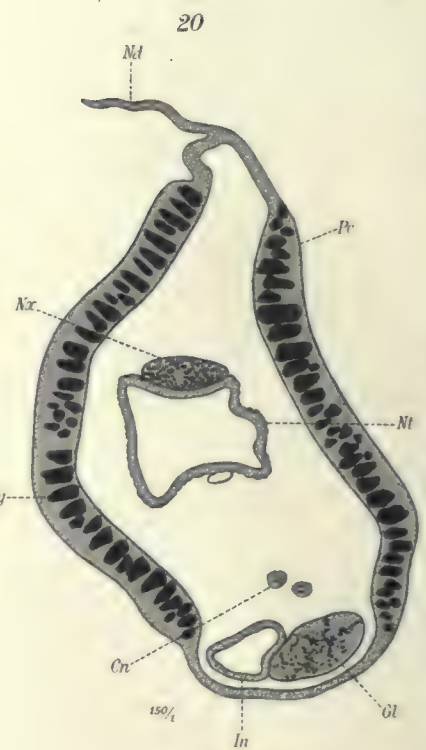
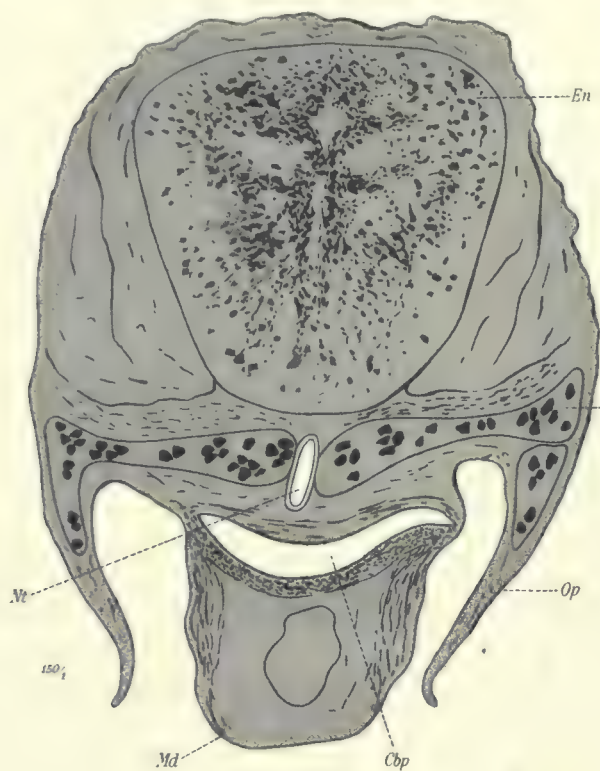
Fig. 17. — Prélarve n° 28; région postérieure du corps. 40/1.

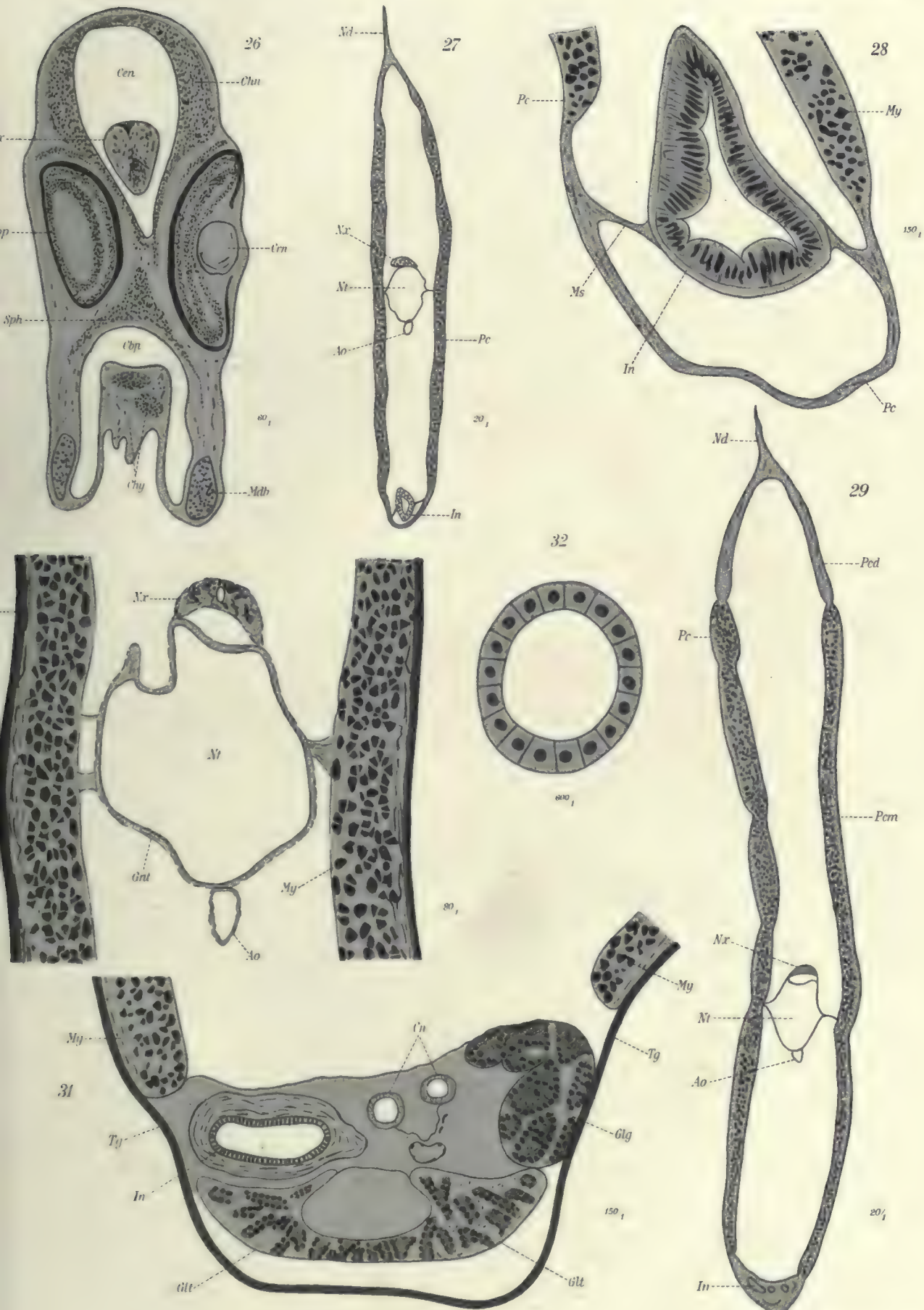
Fig. 18. — Prélarve n° 28; coupe transversale de la région céphalique postérieure. 150/1.

- Fig. 19. — Prélarve n° 28; coupe transversale de la région collaire. 150/1.
- Fig. 20. — Prélarve n° 28; coupe transversale du tronc au milieu de son premier quart antérieur. 150/1.
- Fig. 21. — Prélarve n° 28; coupe transversale du tronc au milieu du corps. 150/1.
- Fig. 22. — Prélarve n° 28; coupe transversale du tronc un peu en arrière du milieu du corps. 150/1.
- Fig. 23. — Prélarve n° 28; coupe transversale du tronc au début du tiers postérieur du corps. 150/1.
- Fig. 24. — Prélarve n° 28; coupe transversale du tronc un peu en avant de l'anus. 150/1.
- Fig. 25. — Prélarve n° 28; coupe transversale du début du filament caudal. 150/1.
- Fig. 26. — *Tilurus B* n° 14; section transversale de la tête au niveau des yeux. 60/1.
- Fig. 27. — *Tilurus B* n° 14; coupe transversale du tronc au milieu du corps. 20/1.
- Fig. 28. — *Tilurus B* n° 14; partie inférieure grossie de la coupe précédente. 150/1.
- Fig. 29. — *Tilurus A* n° 7; coupe transversale du tronc un peu en avant du milieu du corps. 20/1.
- Fig. 30. — *Tilurus A* n° 7; partie moyenne grossie de la coupe précédente. 80/1.
- Fig. 31. — *Tilurus A* n° 7; partie inférieure grossie de la coupe précédente. 150/1.
- Fig. 32. — *Tilurus A* n° 7; coupe d'un conduit néphridien (?) 600/1.









LES
ÉCHINIDES NÉOGÈNES
DU BASSIN MÉDITERRANÉEN

PAR JEAN COTTREAU.

PRÉFACE

Les Échinides néogènes du Bassin Méditerranéen ont été l'objet de nombreux travaux, surtout au point de vue descriptif. Tout récemment, d'importants mémoires leur ont été consacrés. En France, notre savant confrère, M. J. Lambert, a soigneusement décrit et figuré les Échinides néogènes du Bassin du Rhône dans des monographies détaillées. A l'étranger, d'autres paléontologistes nous ont fait connaître leurs riches faunes échinitiques néogènes.

Le présent travail a été rédigé dans un but assez différent. J'ai cherché à mettre en relief l'importance des Échinides durant la période Néogène dans le Bassin Méditerranéen, après avoir parcouru à cet effet certaines régions classiques pour l'étude du Néogène méditerranéen et de ses Échinides : Bassin du Rhône et Languedoc, bassin de Vienne, Vicentin, Piémont, Calabre, îles de Corse et de Malte. Sans doute j'ai dû ainsi me limiter à l'étude détaillée de quelques formes dont j'avais pu recueillir personnellement ou recevoir en communication de bons exemplaires. M'étant attaché à réunir le plus grand nombre possible d'échantillons du même type recueillis dans un même gisement, j'ai pu constater l'étendue des variations individuelles et me convaincre de la nécessité de comprendre l'Espèce dans un sens très large, surtout quand il s'agit des Échinides, dont le test, particulièrement plastique, est assez souvent plus ou moins déformé chez les fossiles.

Au cours de mes travaux constamment poursuivis au Laboratoire de Paléontologie du Muséum national d'Histoire Naturelle, mon éminent maître, M. le professeur Marcelin Boule n'a cessé de me prodiguer une science éclairée, des conseils affectueux et d'excellents encouragements. Je lui en exprime ici toute ma reconnaissance. Ma dette est aussi très grande à l'égard de son savant assistant, M. A. Thevenin, qui n'a cessé de contribuer très amicalement à ma formation scientifique.

Je ne saurais oublier les excellentes leçons de mes anciens maîtres de la Faculté de Lille, MM. J. Gosselet et Ch. Barrois, qui m'initèrent aux attraits de la Géologie et de la Paléontologie.

M. le professeur Émile Haug a bien voulu également s'intéresser à cette étude et en approuver le sujet. J'ai toujours trouvé au laboratoire de Géologie de la Sorbonne le plus aimable accueil, tant auprès de son chef qu'auprès de ses dévoués collaborateurs, MM. Blayac et Lanquine. M. le professeur L. Gentil m'a, en outre, donné avec une grande bienveillance de précieux renseignements sur le Néogène algéro-marocain.

A l'École des Mines, M. le professeur Henri Douvillé m'a souvent fait profiter de sa haute compétence, mettant à ma disposition d'intéressants exemplaires : plusieurs de ces échantillons sont figurés dans ce travail. M. L. Cayeux, professeur au Collège de France, m'a très obligeamment communiqué une série de Clypeâstres provenant de ses recherches dans l'île de Crète.

A Londres, M. le professeur F.-A. Bather a eu l'obligeance de m'envoyer en communication quelques échantillons des collections du *British Museum*. J'ai pu étudier, en outre, de nombreux et fort beaux Échinides de Malte, conservés à l'Université de Valletta, qui m'ont été communiqués par MM. les professeurs Magro et Tagliaferro, de Malte.

J'exprime aussi des remerciements tout particuliers à MM. Gennevaux et Baquié : M. Baquié a eu l'obligeance de m'accompagner aux environs de Nissan (Hérault) et de compléter les séries d'Échinides que j'avais pu y recueillir ; M. Gennevaux a bien voulu me communiquer, de son côté, une bonne série d'Échinides de Corse, fort précieuse pour mon travail. J'ai eu enfin le plaisir de faire avec mon excellent ami et collègue, M. P. Jodot, quelques courses fructueuses dans le bassin du Rhône, et en Autriche, dans le bassin de Vienne.

M. le Professeur L. Joubin m'a très gracieusement offert l'hospitalité dans les *Annales de l'Institut Océanographique*, et je suis heureux de lui exprimer ici ma bien sincère reconnaissance ainsi qu'à son savant collaborateur, M. le Dr L. Germain.

En terminant, je tiens à dire que M. Cintract a exécuté avec le plus grand soin les clichés photographiques reproduits en phototypie par M. Chivot. Les dessins dans le texte sont dus au talent si apprécié de MM. Papoint et Fritel.

A mes Maîtres, à mes collègues et amis, à tous ceux qui m'ont aidé au cours de mes travaux, j'adresse ici l'expression de ma vive gratitude.

Juillet 1913.

INTRODUCTION

IMPORTANCE DES ÉCHINIDES DANS LES DÉPÔTS MÉDITERRANÉENS DE L'ÉPOQUE NÉOGÈNE.

Le Système Néogène comprend, dans le Bassin Méditerranéen, des formations variées : les unes continentales, d'autres lagunaires ou lacustres, enfin une importante série de dépôts marins. Parmi ces derniers, un grand nombre de gisements contiennent des Échinides dont on ne peut méconnaître l'importance. Leur étude, particulièrement suggestive en raison de la remarquable conservation du test qui reflète pour ainsi dire d'une façon exceptionnelle l'organisation interne, a été entreprise par de nombreux paléontologistes : aussi l'Échinologie néogène est-elle dès maintenant très avancée, tout au moins au point de vue descriptif. En ce qui concerne la Stratigraphie, les Échinides ne sont pas moins précieux pour les géologues en raison de l'évolution rapide de certaines espèces et jouent avec les Ammonites un rôle important, notamment dans les dépôts marins de l'Ère secondaire. Au début de l'Ère tertiaire, les Foraminifères occupent le premier rang en importance stratigraphique ; mais, durant la Période Néogène, à partir du Burdigalien, les Pectinidés et les Échinides sont les seuls êtres marins à évolution plus ou moins rapide, dont les tests parfaitement conservés puissent être utilisés par les géologues. Les Échinides peuvent fournir, en outre, des renseignements précieux concernant la bathymétrie des gisements marins.

Les Faciès marins néogènes. — La remarquable conservation et la grande variété des dépôts marins néogènes donne une importance toute spéciale à l'étude des *faciès* en relation avec la profondeur où ils se sont formés. Les conditions suivant lesquelles se sont accumulés ces sédiments sont, en effet, parfaitement comparables à celles qui régissent de nos jours les dépôts marins.

D'une façon générale, on distingue : d'une part, les dépôts de faible profondeur effectués non loin du rivage ; d'autre part, ceux qui se forment dans les grandes profondeurs, plus ou moins au large. L'observation d'une carte bathymétrique des mers actuelles montre qu'une zone de faible profondeur s'étend le long du littoral à une distance variable suivant la pente des côtes, sauf dans les points où les continents se terminent du côté de la mer par une chaîne de montagnes ou un escarpement : dans ce dernier cas, il peut exister tout près des côtes de véritables fosses sous-marines. La zone néritique correspond au *plateau continental*, socle sous-marin qui s'étend environ jusqu'à 200 mètres, puis se termine en pente brusque. A partir de cette limite commencent les grandes profondeurs dépourvues de végétaux, la lumière n'y pénétrant plus en quantité suffisante.

Parmi les formations de faible profondeur, les géologues distinguent :

1^o Les dépôts littoraux proprement dits ;

2^o Les dépôts néritiques dont la limite inférieure ne dépasse pas 200 mètres.

Les dépôts de grande profondeur comprennent :

1^o Les formations bathyales ;

2^o Les formations abyssales.

Tous ces dépôts, sauf de véritables formations abyssales, jalonnent les emplacements successifs de la Méditerranée néogène sous autant de faciès différents. Chacun d'eux est caractérisé par une faune marine spéciale correspondant à des subdivisions en zones parmi lesquelles certaines, telles la zone dite des algues calcaires *Nullipores* ou des *Corallines*, ou bien encore la zone des *Brissopsis*, sont remarquables par leur richesse en Échinides.

Dépôts littoraux. — Les dépôts littoraux comprennent :

1^o Des conglomérats à petits ou gros éléments, faiblement ou fortement cimentés postérieurement, correspondant soit à une transgression marine, soit à la démolition d'une bordure continentale plus ou moins escarpée en falaise. Dans ce dernier cas, la taille des galets roulés augmente à mesure qu'on se rapproche de la falaise.

Certains Échinides à test épais et résistant se rencontrent parfois dans ces formations. C'est ainsi que le conglomérat du Leithakalk, à Kalksburg et Baden près Vienne, renferme en assez grande abondance de gros Clypéastres ainsi que de grands Pectinidés (*Macrochlamys*) qui proviennent de couches sableuses sous-jacentes contenant *Schizaster Karreri* Laube, des Gastéropodes (nombreuses Turritelles, etc.), Pélécy-podes (Lucines, grands *Cardium*, etc.) et de nombreux bois flottés.

2^o De véritables formations de plages à éléments détritiques variés, sables fins ou grossiers, faluns parfois consolidés en minces bancs de grès ou grès proprement dits. Certains genres d'Échinides essentiellement littoraux, tels que *Scutella* Lmk., *Amphiope* Ag., sont caractéristiques de ces formations sableuses.

Dans les faluns, outre les Scutelles et les Amphiope, se rencontrent notamment *Arbacia* Pom. et *Echinocyamus* van Phels. On peut aussi y rencontrer exceptionnellement des formes dont l'habitat normal est un peu plus profond, tel le genre *Brissus* Kl. par exemple. Le fait de rencontrer dans les faluns des *Brissus* ou des *Spatangus*, dont les représentants actuels vivent par 10 ou 15 mètres de fond, mélangés à d'autres espèces essentiellement littorales, indique simplement un remaniement effectué par les vagues à une assez faible profondeur. Ce phénomène s'observe couramment au bord de la mer, surtout en certains points des côtes où les lames dites de fond sont fréquentes : on peut ainsi recueillir parfois en abondance des *Echinocardium cordatum* Penn. rejetés sur la plage, par exemple aux environs de Wissant (Pas-de-Calais), bien que cet oursin ne vive qu'à une profondeur moyenne de deux à quatre mètres dans les sables de la région côtière. Ailleurs, certains courants marins, agissant normalement à la côte, peuvent expliquer également ces faits. J'ai pu recueillir ainsi dans l'anse du Verdon, au cap Couronne (Bouches-du-Rhône), un sable de plage composé presque uniquement de coquilles de Foraminifères, particulièrement des Globigérines.

Dépôts néritiques. — A ces formations littorales succèdent en profondeur, jusqu'à deux cents mètres environ, des dépôts néritiques. Ces derniers sont également très importants ; durant le Néogène, ils sont représentés principalement par des mollasses et des marnes sableuses.

Les mollasses, qui constituent au point de vue de la faune échinitique les gisements les plus importants par leur richesse en genres et en espèces, sont, en général, des grès marneux assez tendres, d'où leur nom : souvent, au contraire, ces grès ou calcaires dits mollassiques deviennent cohérents et durs. Des Échinides variés y abondent, notamment dans les mollasses à *Lithothamnium* presque entièrement formées par des algues calcaires et des Bryozoaires, équivalentes aux prairies de zostères et aux graviers à Bryozoaires qui se rencontrent par vingt à quarante mètres de profondeur : ces fonds sont, d'ailleurs, habités actuellement comme à l'époque Néogène par de nombreux Échinides, la plupart réguliers, tels que *Strongylocentrotus*, *Psammechinus*, *Sphærechinus*, et quelques irréguliers, *Brissus*, *Spatangus*, etc.

Les dépôts marneux, qui constituent certains gisements caractéristiques du Tortonien, sont, par contre, assez pauvres en Échinides : c'est ainsi que les marnes de Cabrières d'Aigues, par exemple, ne contiennent guère que de fines radioles ; les débris de test sont généralement rarissimes. Ces marnes plus ou moins sableuses accusent, d'ailleurs, une profondeur plus grande.

On peut enfin citer durant le Néogène, en quelques points isolés, de véritables formations récifales constituées par des Coraux ou des Bryozoaires. Quelques Échinides spéciaux ne se rencontrent guère que dans ces milieux : tel est *Echinometra miocenica* de Loriol qui se rencontre très abondamment à Sériège (Hérault) parmi de nombreux Polypiers constructeurs.

Formations bathyales de la zone continentale. — Les dépôts qui s'effectuent en profondeur sont caractérisés au point de vue lithologique par la ténuité extrême de leurs éléments. Ce sont des argiles ou vases très fines de couleur bleue ou grise à l'air. Les algues ne peuvent vivre au-dessous de deux cents mètres, la fonction chlorophyllienne ne pouvant plus s'effectuer par suite de la diminution de la lumière solaire. Il en résulte pour les Mollusques la disparition complète des Herbivores : seuls les Carnivores, tels les Pleurotomes, subsistent. Quant aux Échinides, certaines espèces disparaissent également, notamment celles qui sont si abondantes dans les prairies de zostères, les *Psammechinus* par exemple qui se nourrissent habituellement d'algues. Par contre, nous rencontrerons dans ces dépôts profonds, correspondant à la zone continentale, des genres spéciaux tels que *Cleistechinus* de Lor., *Linopneustes* Ag., *Brissopsis* Ag., etc., accompagnés d'autres Échinides dont la distribution verticale est très grande, tels que les *Schizaster* qui vivent indifféremment dans la zone néritique ou la zone bathyale. Un assez grand nombre d'espèces ont ainsi un habitat bathymétrique très étendu et ne peuvent donc, par elles-mêmes, fournir d'indications précises relativement à la profondeur. Il faut ajouter que la faune d'Échinides vivant dans la zone néritique inférieure est déjà beaucoup moins riche en genres et en espèces que la faune échinitique de la zone littorale qui comprend les formations néritiques moins profondes.

Durant le Néogène, les premières formations bathyales commencent avec le dépôt du Schlier au début de l'Helvétien. Le Tortonien est caractérisé en certains points par les argiles à Pleurotomes. Les argiles à Ptéropodes des collines des Langhe, celles d'Aïn-Tiferouïn dans la province de Constantine et de Boghar, considérées longtemps comme formations abyssales, paraissent devoir être, d'après leur faune, rattachées à des formations bathyales simplement un peu plus profondes (1). Enfin, les argiles plaisanciennes sont les derniers dépôts profonds effectués durant la période Néogène : ces marnes ou argiles riches en *Brissopsis* et *Amussium* renferment une faune de Gastropodes et de Pélécypodes qui indiquent des courants froids régnant en profondeur, tandis que la faune néritique et littorale astienne est chaude.

Les sables astiens qui, en certains points, surmontent directement les argiles plaisanciennes, sont une formation effectuée à la même époque par la même mer, et cependant les différences lithologiques et fauniques de ces deux dépôts, l'un littoral ou néritique, l'autre bathyal, sont si frappantes que les géologues ont cru devoir en faire deux étages différents.

Observations sur les formations abyssales. — On ne connaît pas encore de formations néogènes authentiquement abyssales. Il convient toutefois d'observer, en ce qui concerne les Échinides, que de très rares débris des genres spéciaux cantonnés dans les abysses, ont été exceptionnellement rencontrés. C'est ainsi que M. J. Lambert a décrit et figuré des argiles helvétiques ou burdigaliennes appartenant sans doute au Schlier des environs de Cagliari (Sardaigne), de curieuses radioles en sabot caractéristiques du genre *Phormosoma* W. Thomson. Ces *Phormosoma*, appartenant à la famille des *Echinothuridæ* W. Thomson, sont des Échinides adaptés aux pressions des grands fonds qu'ils habitent exclusivement : le résultat de cette adaptation est que leurs plaques calcaires sont réduites, isolées, mobiles ou imbriquées, ce qui donne au test une élasticité remarquable.

De grandes fosses existaient bien certainement au sein de la Tethys néogène : actuellement la Méditerranée, mer fermée et relativement peu profonde, atteint encore à l'ouest de la Crète, au sud de la Morée, 4404 mètres de fond. Il serait, d'ailleurs, impossible d'expliquer autrement la persistance à l'époque actuelle de genres ou d'espèces franchement abyssales inconnus ou rarissimes dans les formations marines néogènes, mais dont on connaît des représentants dans certaines formations profondes dès l'époque secondaire. Ces grandes fosses de la Tethys néogène n'ont pas été exondées par les mouvements orogéniques ultérieurs, mais leur existence est tout au moins très probable, sinon certaine.

Les Échinides se rencontrent en plus ou moins grande abondance suivant la profondeur dans tous les dépôts marins du Bassin Méditerranéen. J'examinerai dans la seconde partie de ce travail les renseignements qu'ils peuvent fournir au triple point de vue de l'âge de ces dépôts, de leur profondeur approximative et des migrations effectuées à cette époque. Auparavant il convient de retracer les différents dépôts de la Méditerranée à l'époque néogène, avec quelques détails pour les régions que j'ai pu visiter.

1) Actuellement les vases ou boues à Ptéropodes sont réparties uniquement dans l'océan Atlantique où elles jalonnent les sommets d'une véritable chaîne de montagnes sous-marines ; on n'a pas trouvé de Ptéropodes au delà de 2700 mètres de profondeur.

CHAPITRE PREMIER

LES ÉCHINIDES DANS LES DÉPÔTS MARINS DE LA MÉDITERRANÉE A L'ÉPOQUE NÉOGÈNE.

Le Bassin Méditerranéen est, par excellence, la région classique en ce qui concerne la Période Néogène. C'est, en effet, dans le bassin de Vienne que l'éminent géologue Suess a défini ses différents « *Étages Méditerranéens* » qui tous, sauf le quatrième appartenant au Quaternaire, constituent le Néogène proprement dit : les différents étages méditerranéens ont été depuis reconnus en de nombreuses régions. Il ne sera question ici que des dépôts marins de la Méditerranée néogène, notamment des gisements riches en Échinides. J'ajouterai, en les passant en revue, quelques détails stratigraphiques concernant ceux que j'ai pu explorer en France dans le bassin du Rhône, et le Languedoc, en Autriche (notamment dans le bassin intra-alpin), en Italie (Vicentin, Calabre), en Corse (bassins de Bonifacio, d'Aleria, de Saint-Florent), dans les îles de Malte et de Gozo.

Néogène inférieur.

Étages AQUITANIEN et BURDIGALIEN.

Les auteurs modernes placent l'étage Aquitanien à la base du Néogène, tandis que ce même étage était naguère considéré comme étant la partie supérieure de l'Oligocène. C'est sur le versant Atlantique, en Aquitaine, région typique de cet étage, que l'Aquitanién marin est le mieux représenté en France.

Sur le pourtour du Bassin Méditerranéen, les gisements marins de l'Aquitanién, qui tous renferment des Échinides, sont assez clairsemés et peu nombreux. En France, il convient de citer, dans la région littorale du golfe de Marseille, les beaux gisements de Carry et Sausset (Bouches-du-Rhône). En Italie, dans le Vicentin, les couches de Schio fort riches en Échinides, particulièrement dans cette localité, comprennent des « *couches à Scutelles* » (*S. subrotundæformis* Schauroth), qui s'étendent jusqu'au Monte Moscali [341] (1) et sont visibles dans plusieurs localités des provinces de Vérone et de Vicence (San Urbano, Altavilla, etc.). Dans les îles de Malte et de Gozo, le calcaire inférieur (Lower Coralline Limestone) est d'âge Aquitanien. — En tous ces points, les Échinides coexistent avec des Lépidocyclines.

(1) Les numéros placés entre [] renvoient à l'index bibliographique.

BASSE-PROVENCE. — *Carry, Sausset, la Couronne, le Ponteau, Port-de-Bouc, Fos, Istres.*
— Cette région, illustrée par les travaux de Matheron, Ch. Mayer, P. Gourret, et notamment l'importante Monographie de M. Depéret et Fontannes [241], offre un intérêt exceptionnel pour l'étude du Néogène inférieur méditerranéen. Aquitanien et Burdigalien s'y présentent très développés sous différents faciès néritiques plus ou moins profonds, avec une faune d'Échinides remarquable, soit en raison de leur extension géographique, soit au point de vue de leur répartition stratigraphique et bathymétrique,

Je me suis attaché, durant quelques séjours, à approfondir l'âge exact de ces couches, en relevant des coupes stratigraphiques et en m'aidant des fossiles que j'ai pu recueillir, particulièrement des Échinides. Dans une note antérieure [265], j'ai déjà précisé l'âge des couches à Lépidocyclines, situées à l'ouest de Sausset; j'étendrai ici mon étude au Tertiaire marin de la Couronne, considéré jusqu'ici comme appartenant à l'Helvétien, mais dont une partie se rattache, à mon avis, au Burdigalien supérieur par sa position stratigraphique, et par sa faune.

a) AQUITANIEN. — *Carry, Sausset.* — Les couches marines de l'Aquitanién, superposées à un puissant conglomérat avec éléments variés attribué au Stampien, débutent à l'est du Rouet, au cap des Fèves. On les suit le long de la côte jusqu'à l'ouest de Carry, vers la calanque des Baumettes; à l'est et dans le port de Carry, des couches saumâtres et fluviales s'intercalent dans la série. L'Aquitanién marin réapparaît à l'ouest de Sausset, un peu avant la calanque du Petit Nid, jusque vers le Grand Vallat où il vient buter contre l'Urgonien. A l'ouest de l'anse du Grand Vallat, on retrouve le poudingue et les couches aquitaniennes surmontées par le Burdigalien inférieur qui n'est plus visible sur la côte à partir du promontoire de Tamaris, constitué par la mollasse de la Couronne.

Mettant à part les couches saumâtres ou fluviales aquitaniennes qui existent seulement au nord et à l'est de Carry, nous distinguerons, avec M. Depéret et Fontannes, deux termes distincts dans l'Aquitanién marin de Carry-Sausset :

1^o Couches sableuses à *Pecten* (*Pleuronectia*) *subpleuronectes* d'Orb., surmontant des assises marno-gréseuses avec Lépidocyclines. Nombreux Échinides;

2^o Une mollasse dure, gréseuse ou calcaréo-siliceuse, rouge lie de vin, parfois grise, avec Bryozoaires, Polypiers, Pélécypodes et Gastéropodes à test spathisé. Les différentes couches de cette seconde série, supérieure à la précédente, paraissent se répéter ou faire défaut suivant les points, la succession en série complète n'étant visible que sur la côte ou dans quelques tranchées de la route, entre Carry et Sausset : les Échinides y sont peu nombreux.

Au cap des Fèves, dans les premiers affleurements des couches aquitaniennes sableuses ou plutôt gréseuses, à *P. subpleuronectes* d'Orb., je n'ai recueilli que des radioles de *Cyathocidaris avenionensis* Desm. A l'ouest du port du Rouet, ces mêmes couches contiennent de grandes Scutelles, dont je n'ai malheureusement que des fragments : elles ont été attribuées à *S. paulensis* Ag., mais en sont certainement assez différentes. J'ai, de plus, trouvé en cet endroit une autre espèce beaucoup plus rare : c'est une Scutelle de grande taille, caractérisée par des ambulacres courts et des

marges étendues, nommée par M. Lambert *Scutella Michaleti* [260] ; j'en donne plus loin la figure et la description. La forme de ses pétales, leurs dimensions restreintes, ses marges étendues, rappellent la *S. melitensis* Airaghi, abondante à Malte dans l'Aquitainien (Lower Coralline Limestone et partie inférieure du *Globigerina* Limestone); mais le périprocte occupe une position toute différente sur la face inférieure. Des fragments épars de *Schizaster* sp. paraissent indiquer, comme l'a fait remarquer Fontannes, un dépôt néritique assez profond, qui pouvait correspondre environ à 25 mètres.

En dessous des couches sableuses à Scutelles et *P. subpleuronectes* d'Orb., affleurent des bancs marno-gréseux avec Lépidocyclines, Polypiers astréens, Échinides, Crustacés, Térébratules, Lithodomes, *Lithothamnium*. Cette formation, également néritique et peu profonde, est caractérisée par les Lépidocyclines et aussi par les Échinides spéciaux, tous de taille relativement petite, qui les accompagnent : pour ces derniers, l'ensemble des genres ou espèces qui se trouvent dans ces couches est très remarquable, car on ne peut guère les comparer qu'à certains Échinides décrits par Cotteau, du Miocène des îles Saint-Barthélemy et Anguilla dans les Antilles (1). Une coupe, relevée à l'est de la crique Barqueroute, montre la succession suivante de haut en bas (fig. 1) :

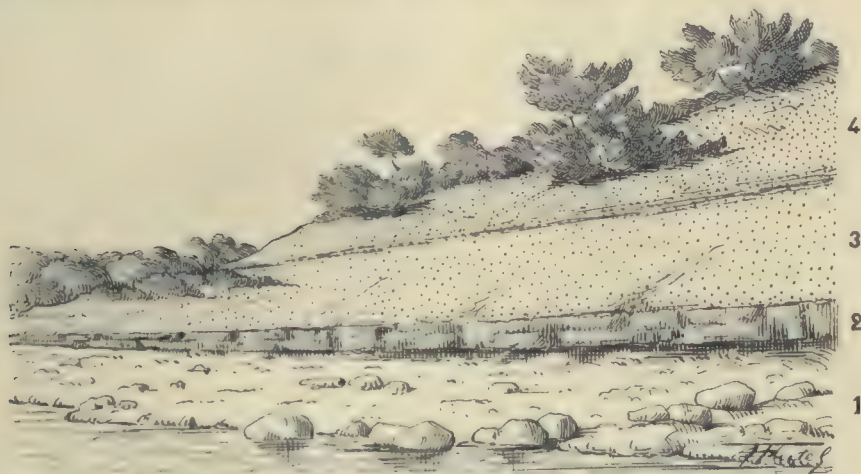


Fig. 1. — Coupe à l'est de la crique Barqueroute près de Carry (Bouches-du-Rhône).

4. — Couches sableuses à Huîtres : 3 m. 50 à 4 mètres.

3. — Couches grés-sableuses à *P. subpleuronectes*, et moules internes de Pélécypodes et Gastéropodes, Scutelles à la base (entre autres *Scutella Michaleti* Lamb. et *Amphiope Boulei* nov. sp.) : 2 m. 50.

2. — Banc marneux, parfois durci, à faciès coralligène. Nombreux Polypiers astréens, Crustacés, Lithodomes (dans les Polypiers), Échinides, Lépidocyclines : 1 m. 50.

1. — Couches grés-marneuses, à nombreuses *Terebratula carryensis* Gourret, Lépidocyclines plus rares, Échinides (*Parasalenia Fontannesii* Cott. commun), *Spondylus* sp. : 4 à 5 mètres.

(1) 1875. — COTTEAU, Description des Échinides tertiaires des îles Saint-Barthélemy et Anguilla (*K. Svenska Vetensk. Akad. Handl.*, XIII, 47 pages, 8 planches).

Les couches marno-gréseuses m'ont fourni, soit au cap de Nautes, soit à l'est et dans le fond de la crique Barqueroute, les Échinides suivants :

Cyathocidaris avenionensis Desm. (radioles) ;

Parasalenia Fontannesii Cott. (commun) ;

Psammechinus coronalis Lamb. (plus rare) ;

Brissus Bastiæ Oppenh. (assez commun) ;

Schizaster sp. (de petite taille), rare.

Cette faunule est surtout caractérisée par l'abondance du *Parasalenia Fontannesii* : l'ensemble indique une formation marine assez chaude, effectuée à de faibles profondeurs, ce que corrobore la présence de nombreux Polypiers, les débris de Crustacés, et aussi les Lépidocyclines.

On retrouve plus loin des Scutelles dans les couches rouges calcaréo-siliceuses riches en Turritelles, Lucines, etc. L'Aquitaniien n'est plus visible sur la côte, après la calanque de la Tuilière, où il plonge sous le Burdigalien inférieur.

A l'ouest de Sausset, les couches aquitaniennes réapparaissent, mais avec un plongement inverse, N. N. W.-S. S. E., à partir d'un petit îlot près le Grand Vallat, jusqu'à la crique dite le Grand Nid, puis avec un plongement N. N. E.-S. S. W., depuis le Grand Nid jusqu'aux bancs à *Ostrea crassissima*, visibles à l'ouest du port de Sausset.

Entre l'îlot, près le Grand Vallat et la calanque du Grand Nid, les couches sableuses aquitaniennes contiennent, associés au *P. subpleuronectes* d'Orb., *Cidaris* (*Cyathocidaris*) *avenionensis* Desm. (radioles), *Psammechinus coronalis* Lamb. (individus un peu plus petits que ceux des couches gréso-marneuses de la crique Barqueroute) ; j'y ai recueilli, en outre, un *Euspatangus* (?) très usé, de petite taille (pl. XV, fig. 3), et des fragments de Scutelles. A cette série, succèdent des couches gréseuses à *Parasalenia Fontannesii* Cott., *Spondylus*, etc., qui, en ce point, ne contiennent pas de Lépidocyclines. On retrouve ensuite des Scutelles dans un banc gréseux, dur, rosé, en compagnie de Polypiers, Turritelles, Lucines et autres Pélécytopodes ou Gastropodes à test spathisé.

Entre le Grand Nid (1) et Sausset, l'Aquitaniien présente une inclinaison N. N. E.-S. S. W. Une coupe, relevée du côté W. de la calanque du Petit Nid, donne la succession suivante (fig. 2) :

4. — Banc gréseux blanc à Bryozoaires (*Porella* aff. *regularis* Reuss), Scutelles, *Cidaris avenionensis* Desm. (radioles), *Flabellipecten fraterculus* Sow. (= *Pecten vindascinus* Font.). A la base, un ruban de petits galets : environ 3 mètres.

3. — Assise marno-sableuse, de couleur jaune et blanche, avec Lépidocyclines (*L. marginata* Micht., *L. Tournoueri* Lem. et Douv., etc.), *Cyathocidaris avenionensis* Desm. (test et radioles), *Ostrea hyotis* (?) Lmk., var. *oligocenica* Dep., *Chlamys gloria-maris* Dub. var. : environ 2 mètres.

2. — Réapparition d'un banc gréseux avec la même faune de Lépidocyclines, de petits *Lithothamnium*, pinces de Crustacés, etc. Les Échinides y sont représentés par *Parasalenia*

(1) Le fond de cette crique est occupé du côté E. par le poudingue à galets verts surmonté par les bancs à *O. crassissima*, ainsi que je l'ai indiqué dans une note antérieure [265].

Fontannesi Cott. (commun), *Echinoneus cyclostomus* Leske var. *Haugi* nov. (assez fréquent), *Schizaster* sp., de petite taille (plus rare) : environ 1 m. 50.

1. — Assise marno-gréseuse, de couleur jaune et blanche, avec *Parasalenia Fontannesi* Cott. (1), *Lithothamnium*, pinces de Crustacés, *Chlamys gloria-maris* Dub. : environ 1 m. 50.

Une mollasse gréseuse, contenant en extrême abondance de fines radioles aciculaires du *Parasalenia Fontannesi* Cott., sans débris de test, forme quelques gros blocs au fond



Fig. 2. — Calanque du Petit-Nid près Sausset (Bouches-du-Rhône).

de la calanque du Petit Nid. J'ai constaté la présence de cette même mollasse, exclusivement pétrie de radioles aciculaires, dans un chemin longeant la voie ferrée au nord de Sausset, près de la gare.

Les couches gréseuses blanches, à *Parasalenia Fontannesi* et Lépidocyclines, affleurent également à l'est du Petit Nid, en bordure de la route de Sausset à Couronne, jusqu'à une petite éminence où se retrouve intégralement la série précédente.

Immédiatement en contre-bas de ces couches, affleurent près du rivage des assises plus sableuses, jaunes ou grises, qui contiennent une faune d'Échinides toute différente, et n'appartiennent plus à l'Aquitainien. On y trouve notamment de nombreuses Scutelles d'assez grande taille, qui se rapportent probablement à la *Scutella paulensis* Ag., bien que je ne puisse être absolument affirmatif, n'ayant pu en détacher que des fragments ; c'est dans cette assise que j'ai trouvé également quelques échantillons du *Clypeaster Martini* Desm., dont le type a été indiqué comme provenant des Martigues. Dans une note précédente [265], je n'avais indiqué, en ce point, qu'un pointement de Burdigalien inférieur : il convient d'étendre ce Burdigalien inférieur qui affleure en ce point en contre-bas des couches à *Parasalenia Fontannesi* et Lépidocyclines, jusqu'à la mer. *Clypeaster Martini* Desm. se trouve à l'Ouest de Sausset, dans le Burdigalien, de même qu'à Vence (Alpes-Maritimes), et apparemment en Corse. J'ai d'ailleurs recherché en vain ce Clypéastre dans les carrières de Ponteau, près des Martigues, où on exploitait naguère la mollasse gréseuse dite de la Couronne.

(1) J'ai recueilli dans cette couche l'unique exemplaire de *Parasalenia Fontannesi* Cott. ayant conservé son appareil apical (pl. II, fig. 21).

Considérations sur les Échinides aquitaniens de Carry-Sausset (Bouches-du-Rhône). — La série aquitanienne de Carry-Sausset présente deux faciès à Échinides distincts. Ce sont :

1^o Les couches sableuses à *Pecten* (*Pleuronectia*) *subpleuronectes* d'Orb. où se rencontrent, en compagnie du *Cidaris avenionensis*, *Psammechinus coronalis* Lambert, *Euspatangus* sp., de petite taille, des fragments de *Schizaster* et surtout de grandes Scutelles.

2^o Les couches gréso-marneuses à Lépidocyclines qui succèdent immédiatement aux précédentes, riches en Polypiers astréens, petits *Lithothamnium*, Crustacés. Les Échinides y sont de petite et moyenne taille. On y trouve encore *Cidaris avenionensis* Desm., *Psammechinus coronalis* Lamb., *Brissus Bastiæ* Oppenh., *Schizaster* de petite taille, et des genres spéciaux, tels que *Echinoneus* et *Parasalenia*, ce dernier très abondant.

Si nous cherchons des points de comparaison avec les autres faunes d'Échinides du Néogène, c'est seulement dans les Antilles que l'association des deux curieux genres *Echinoneus* et *Parasalenia* a été signalée par Cotteau dans les îles Saint-Barthélemy et Anguilla (1). Ce savant a décrit et figuré *Parasalenia prisca* Cott. (*Echinometra*) et un *Echinoneus* voisin de l'*Echinoneus cyclostomus* Leske, dans des assises rapportées au Néogène moyen. D'autre part, M. J. Lambert attribue au *Parasalenia Fontannesi* un exemplaire de Sardaigne qui proviendrait de l'Helvétien (?). Le genre *Echinoneus*, non associé à *Parasalenia*, est représenté dans l'Helvétien du Gebel Geneffe en Égypte, par l'*Echinoneus Artini* Gauthier, où il accompagne, d'après M. Fourtau, *Brissus ægyptiacus* Gauth. Dans le Miocène inférieur d'Algérie, Peron et Gauthier ont décrit *Echinoneus Thomasi*, que M. J. Lambert rapproche de l'*Echinoneus melitensis* Wright, bien que ce dernier, de plus forte taille, n'existe à Malte que dans le Tortonien. Actuellement, *Parasalenia gratiosa* Ag. vit dans les îles Kingmells et à Zanzibar; *Echinoneus cyclostomus* Leske se trouve dans les mers tropicales.

Il convient, en outre, de remarquer que, parmi les Échinides aquitaniens de Carry-Sausset, on ne peut guère citer une seule espèce qui soit commune au versant Atlantique (sud-ouest de la France). Ce fait tend à confirmer que, dès le Néogène inférieur, il existait au point de vue de la faune un faciès méditerranéen différent du faciès atlantique.

b) BURDIGALIEN INFÉRIEUR. — Le long de la côte, entre Carry et Sausset, le Burdigalien inférieur, faiblement incliné N. N. E.-S. S. W., repose en concordance sur l'Aquitaniien. Il débute par un banc de galets avec *Ostrea aginensis* Tourn. et comprend :

1^o La mollasse rose de Sausset avec nombreux Pélécypodes et Gastropodes;

2^o Des assises sableuses jaunes à Huîtres (*O. granensis* Font).

Cet ensemble est bien visible à la calanque des Baumettes où j'ai relevé la coupe ci-contre, côté W. (fig. 3):

4. — Sables jaunes avec *Ostrea granensis* Font. et *Flabellipecten fraterculus* Sow. (= *Pecten vindascinus* Font.).

3. — Mollasse rose de Sausset, fossilifère.

(1) *Op. cit.*

2. — Partie inférieure de la mollasse gréseuse de Sausset, ici blanche et non fossilifère.

1. — Banc de galets assez gros et nombreuses *Ostrea aginensis* Tourn.

La mollasse rose de Sausset continue à se montrer au bord de la mer, surmontée par les couches sableuses, jusqu'au cap Vaisseau. On la retrouve à la calanque du Rouveau, affleurant sur le rivage et toujours subordonnée aux assises sableuses que sur-

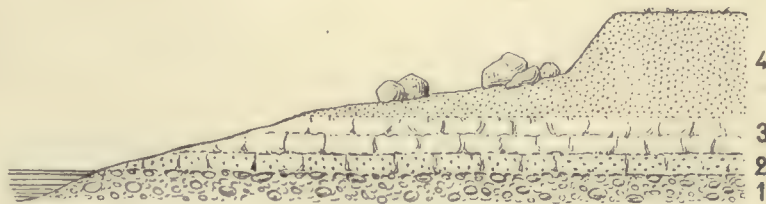


Fig. 3. — Coupe à l'ouest de la calanque des Baumettes entre Carry et Sausset (Bouches-du-Rhône).

monte un poudingue épais à galets verdâtres attribué à l'Helvétien, mais qui, ainsi que nous le verrons plus loin, marque le début du Burdigalien supérieur.

A l'ouest de la calanque du Rouveau, une petite crique donne la coupe suivante :

5. — Banc à *Ostrea crassissima* Lmk, *Balanus tintinnabulum* L., *Amphiope elliptica* Des. (de grande taille), *Scutella striatula* de Serres.

4. — Poudingue à petits, puis gros éléments.

3. — Mollasse de Sausset (riche ici en Turritelles).

2. — Couches sableuses jaunes, pauvres en fossiles (*Ostrea granensis* Font.) : 5-6 mètres.

1. — Mollasse rose à faune typique du port de Sausset, gréseuse, blanche par endroits avec taches ferrugineuses : 0 m.50.

On remarquera dans cette dernière coupe l'intercalation de la mollasse de Sausset entre les couches sableuses et le poudingue. D'ailleurs, à partir de ce point, la côte qui, au Rouveau, est élevée d'une quinzaine de mètres, s'abaisse considérablement : au plan de Sausset, seuls les bancs à *O. crassissima* demeurent visibles près de la mer jusqu'au port où, de chaque côté, affleure sous le poudingue la mollasse gréseuse rose très fossilifère.

Les Échinides ne sont représentés que par deux espèces dans le Burdigalien inférieur des environs de Sausset; elles indiquent bien un dépôt de faible profondeur et les nombreux spécimens qu'on y rencontre prouvent qu'elles y étaient florissantes. — L'une est *Amphiope elliptica* Desor, dont le type provient de cet endroit : elle est abondante, particulièrement au cap Vaisseau et à la calanque du Rouveau. Son principal gisement se trouve dans les couches sableuses dont certains bancs sont consolidés en grès ; on en trouve également de nombreux fragments dans la mollasse de Sausset. — L'autre espèce est *Scutella paulensis* Ag., de plus petite taille que les Scutelles de l'Aquitaniens : son niveau est également dans les couches sableuses.

Je dois enfin noter qu'à l'ouest de Sausset, entre la calanque du Petit Nid et la crique du Grand Nid, j'ai recueilli quelques *Scutella paulensis* Ag. avec des débris d'*Amphiope elliptica* Des., dans des couches sableuses grises remplissant quelques cavités d'érosion creusées dans les couches à *Porella* aff. *regularis* Reuss de l'Aquitaniens supérieur surmontant les couches à Lépidocyclines.

c) BURDIGALIEN SUPÉRIEUR. — Fontannes et M. Depéret, considérant que le poudingue

à galets verts immédiatement surmonté par les bancs à *Ostrea crassissima* représente le début de l'invasion marine helvétique, ont classé dans l'Helvétien les couches surmontant ce poudingue. Ce sont :

1^o Des bancs à *Ostrea crassissima* et Scutelles (attribués, ainsi que le conglomérat avec galets siliceux verdâtres, à l'Helvétien inférieur) ;

2^o Des couches gréso-grumeleuses, visibles à l'ouest de Sausset, près de la calanque du Petit Nid et entre le Grand Nid et l'îlot du Grand Vallat, attribuées à l'Helvétien moyen. — J'ai déjà fait observer, dans une note antérieure [265], que ces couches à Bryozoaires (*Porella* aff. *regularis* Reuss, Lépidocyclines, Échinides (*Parasalenia Fontannesii* Cott. etc.) étaient stratigraphiquement inférieures et que leur faune était identique aux assises gréseuses nettement aquitaniennes, visibles à l'est de Carry, particulièrement près de la crique Barqueroute ;

3^o La mollasse calcaréo-gréseuse à *Pecten gallo-provincialis* Math., nombreux *Schizaster*, etc., de la Couronne et du Ponteau près les Martigues (attribuée à l'Helvétien supérieur).

La présence de l'*Ostrea crassissima* Lmk. dans les couches immédiatement supérieures au conglomérat n'est pas un criterium suffisant pour l'attribution de cette assise à l'Helvétien, car l'existence de cette espèce a été constatée dès le Néogène inférieur : P. Thomas a signalé une forme très voisine dans le Suessonien de Tunisie (1) et, d'après M. G. Dollfus (2), elle a « des précurseurs en Europe dans l'Oligocène ». Par contre, ces bancs et le conglomérat contiennent des échantillons qui paraissent identiques à *Scutella striatula* de Serres, dont le type provient du Burdigalien supérieur de Montpellier (Boutonnet). Enfin la patine verdâtre des galets siliceux ne peut, non plus, être invoquée en faveur de l'âge helvétique de ce conglomérat : on sait, en effet, que les cailloux verdâtres se trouvent dans la vallée du Rhône indifféremment à la limite du Burdigalien inférieur (conglomérat à *P. Davidi* de Saint-Pierre-du-Terme, etc.), du Burdigalien supérieur (conglomérat de Saint-Rémy, etc.), ou de l'Helvétien inférieur. M. L. Joleaud, dans son travail sur la Plaine du Comtat [262], a donc rangé avec raison le conglomérat de Sausset dans le Burdigalien supérieur. Il nous reste à examiner si la mollasse dite de la Couronne doit être maintenue entièrement dans l'Helvétien.

Au promontoire de Tamaris, les bancs à *Ostrea crassissima* et Scutelles sont immédiatement surmontés par une série de couches marno-gréseuses contenant à leur base de nombreux moules internes de Pélécypodes. — Ces couches gréseuses et, par endroits argileuses, sont caractérisées par l'abondance à certains niveaux de grandes huîtres (*O. squarrosa* de Serres, etc.), d'Anomies, de Pectinidés et d'Échinides. Au-dessus vient une mollasse gréseuse compacte, bien développée aux environs de la Couronne où elle a été très exploitée.

Les deux coupes suivantes relevées, l'une un peu au N. E. du village, dans la grande tranchée du chemin de fer, près de la gare de la Couronne, l'autre du côté E. de

(1) 1892. — P. THOMAS, Étage miocène et valeur stratigraphique de l'*Ostrea crassissima* au sud de l'Algérie et de la Tunisie (*B. S. G. F.* (3), t. XX, p. 3-20.)

(2) 1911. — G.-F. DOLLFUS, Fossiles de Rio de Oro (*B. S. G. F.* (4), t. XI, p. 237.

(3) Voir plus loin la description de cette espèce.

l'anse du Verdon, un peu au sud du sémaphore, présentent les successions suivantes :

Coupe relevée dans la tranchée du chemin de fer à l'est de la gare de Couronne (fig. 4) :

4. — Banc mollassique dur (mollasse exploitée à la Couronne) avec moules internes de Pélécypodes, Gastéropodes, et dents de Poissons : 1 mètre.

3. — Banc sableux jaune à *Schizaster Lovisatoi* Cott., *Pecten gallo-provincialis* Math., avec intercalations de petits lits marno-argileux grisâtres : 4 mètres.

2. — Banc grés-marneux blanc à moules internes de Pélécypodes et Gastéropodes : 3 mètres. Ce banc a fourni en ce point plusieurs Balénoptères (*Plesiocetus* Van Beneden), dont quelques ossements ont été également recueillis dans la partie inférieure des couches sableuses.

1. — Calcaire néocomien affleurant à la base, visible sur 3 mètres.

Coupe au sud du nouveau sémaphore, à la pointe de Couronne, côté E. de l'anse du Verdon (fig. 5) :

5. — Mollasse gréseuse dure, détritique, à dents de squalés et Pectinidés.

4. — Banc gréseux rougeâtre, à *Clypeaster intermedius* Desm., *Pecten* sp. (très usés).

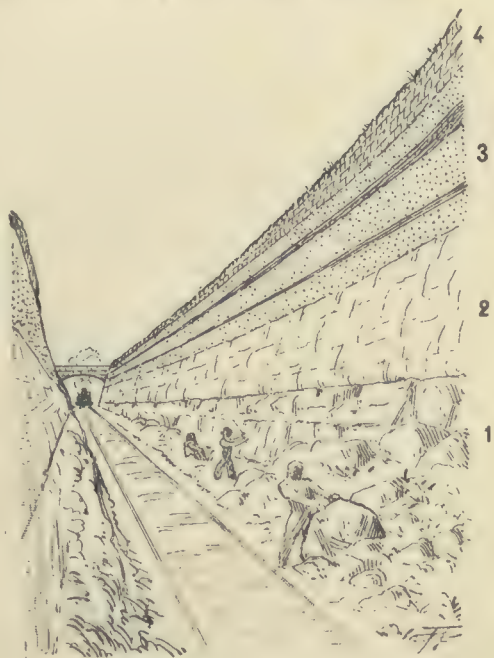


Fig. 4. — Tranchée du chemin de fer à l'est de la gare de Couronne (Bouches-du-Rhône).

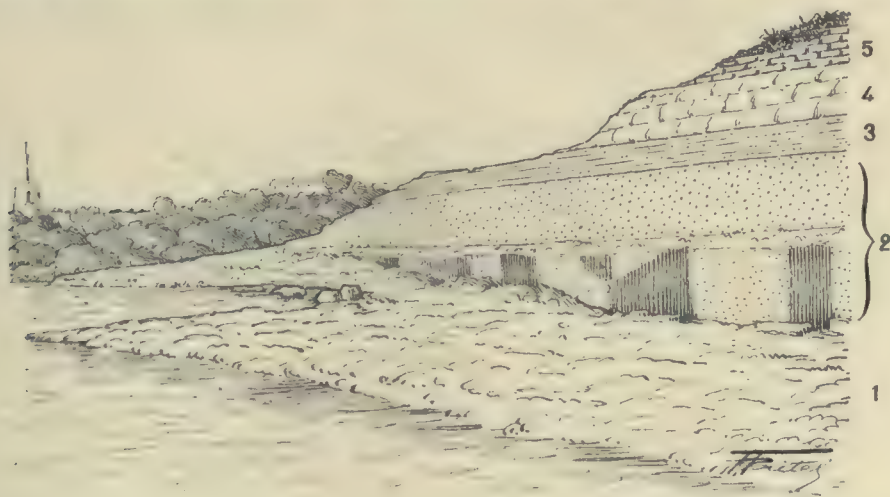


Fig. 5. — Coupe au sud du nouveau sémaphore de Couronne (Bouches-du-Rhône.)

3. — Banc marno-sableux à nombreux *Pecten Josslingi* Sow. var. *lychnula* Font. : 2 mètres environ.

2. — Couche grés-sableuse jaune, avec *Schizaster Lovisatoi* Cott., *Lovenia* sp., *Echino-*

lampas hemisphæricus Lmk., *Echinocardium depressum* Des., *Pecten gallo-provincialis* Math., *Scalaria* sp., *Lithothamnium*.

1. — Banc gréseux à grandes Huîtres (*O. cf. gingsensis* et *squarrosa* de Serres), moules internes de gros Gastropodes, nombreux *Pecten* cf. *præscabriusculus* Font.

En ce qui concerne les Échinides, j'ai recueilli personnellement les espèces suivantes dans les assises grés-sableuses à Tamaris, Sainte-Croix et Couronne :

Schizaster Lovisatoi Cott. (très commun);

Echinocardium depressum Desor (fragments communs);

Echinolampas hemisphæricus Desm. ;

Lovenia sp. de grande taille, rare (en fragments);

Clypeaster intermedius Desm., assez commun.

Ont été citées comme provenant de la Couronne les espèces suivantes, d'après Gauthier [232] et les notes manuscrites de Fontannes [241] :

Scutella paulensis Ag. : cap Couronne.

Echinolampas scutiformis Leske;

Schizaster Scillæ Ag.

Schizaster Parkinsoni Ag.

Schizaster Raulini Cott.

Clypeaster folium Ag.

Clypeaster Martini Desor. : la Couronne et le Ponteau.

Or, *Schizaster Raulini* Cott., est une espèce simplement nominale qui semble, d'après M. J. Lambert, devoir tomber en synonymie avec *Schizaster Parkinsoni* Ag. D'autre part le seul *Schizaster* qui est très commun dans la mollasse sableuse de la Couronne, mais dont il est assez difficile de recueillir des échantillons intacts et non déformés, ne se rapporte ni au *Schizaster Scillæ* Ag. (*S. eurynotus* Ag.), ni au *Schizaster Parkinsoni* Ag. mais s'identifie au *Schizaster Lovisatoi* Cott., espèce décrite en Sardaigne, provenant de couches arénacées inférieures (?) (1) aux couches langhiennes. Cette même espèce existe en Corse, dans le Burdigalien des environs de Bonifacio; j'en fais figurer deux exemplaires (pl. XIII, fig. 8-11), l'un de la collection Peron actuellement conservée au laboratoire de Paléontologie du Muséum, l'autre recueilli par moi à la fontaine de Cadelabra près Bonifacio (2). — L'*Echinocardium depressum* Desor ne peut fournir de renseignement stratigraphique, puisque l'espèce paraît spéciale à la localité; M. J. Lambert pense cependant que l'*Echinocardium* de la mollasse burdigalienne de Vence (Alpes-Maritimes) se rapporte à cette espèce [260]; toutefois ce genre est intéressant à noter ici, car ses représentants actuels vivent tous à de faibles profondeurs (3 à 36 mètres) dans les sables du littoral. Même observation pour le genre *Lovenia* Desor. — Par contre, *Echinolampas scutiformis* Leske et *Echinolampas hemisphæricus* Lmk., représenté ici par la forme type, sont bien caractéristiques du Burdigalien supérieur dans le bassin du Rhône. Quant au *Clypeaster*

(1) Il est permis de se demander si ces couches sont véritablement inférieures au Burdigalien en Sardaigne, peut-être s'agit-il du Schlier.

(2) M. Gennevax m'a également communiqué plusieurs *Schizaster Lovisatoi* Cott. provenant de ses récoltes aux environs de Bonifacio.

Martini Desor, ainsi que je l'ai dit précédemment, je n'en ai constaté la présence, ni à la Couronne, ni dans les carrières de mollasse du Ponteau près les Martigues, mais seulement à l'ouest de Sausset près de la calanque du Petit Nid. M. Lambert a d'ailleurs signalé cette espèce dans la mollasse burdigalienne de Vence (Alpes-Maritimes), et je me suis assuré, en outre, que le néotype figuré par Michelin (pl. XXXV, fig. 1) [29], qui est conservé à l'École des Mines, provient du Burdigalien de la Corse, ainsi qu'en témoigne l'étiquette manuscrite.

Clypeaster intermedius Desm., que j'ai recueilli à Tamaris, Sainte-Croix et à l'anse du Verdon, est très abondant plus au nord, dans la mollasse sableuse de Port-de-Bouc, au-dessous du sémaphore. La forme type est du Burdigalien supérieur dans le bassin du Rhône (Boutonnet, près Montpellier), Vence, etc. Cette espèce a d'ailleurs été également citée de l'Helvétien, mais il convient de remarquer qu'il s'agit le plus souvent de variétés ou de mutations du type, et que son attribution au véritable Helvétien peut être contestable.

L'ensemble des Échinides est donc caractéristique du Burdigalien. Quant aux Pectinidés, je me bornerai à constater que *Pecten gallo-provincialis* Math., si commun dans la mollasse de la Couronne, se recueille également, mais en moins grande abondance, dans la mollasse à *Lithothamnium*, et *Pecten Ziziniæ* Blanck. à Istres, mollasse immédiatement inférieure aux marnes gris bleuâtre micacées représentant le Schlier.

Je pense donc que le Schlier argileux bien développé à Istres, est représenté à la Couronne par de simples bancs marneux contenant principalement *Pecten Josslingi* Sow. var. *lychnula* Font., et que, seule, la mollasse calcaire dure et détritique qui surmonte les couches marno-gréseuses (4 et 5 des coupes précédentes) doit être considérée comme véritablement helvétique.

De l'autre côté de la chaîne de la Nerthe, dans la région située à l'ouest de l'étang de Berre, au nord des Martigues, le Burdigalien supérieur présente un autre faciès. Près de la station de Fos, c'est une mollasse blanche à *Lithothamnium*, reposant sur les argiles multicolores de Rognac par l'intermédiaire d'un conglomérat à grosses Huîtres du groupe *Boblayei-gingensis* : on y recueille en abondance *Tripneustes Parkinsoni* Ag., qui se rencontre à ce même niveau dans plusieurs localités des Bouches-du-Rhône, du département de Vaucluse [266], et en Corse, à SantaManza près Bonifacio (1) [160]. Je figure, pl. I, fig. 17, un des échantillons que j'ai recueillis montrant les pièces de la lanterne, qui atteint les proportions de celle du *Sphærechinus granularis* Ag. actuel; malheureusement les tests de cette belle espèce sont presque toujours plus ou moins déformés.

Un peu plus au nord, aux environs de Rassuen et d'Istres, la mollasse burdigalienne contient de nombreuses radioles du *Cidaris* (*Cyathocidaris*) *avenionensis* Desm. (sans le test), *Psammechinus Gauthieri* Cott., fragments de *Scutella* sp., *Echinolampas hemisphaericus* Lmk. (forme type), *Tristomanthus Meslei* Gauth. (*Echinanthus*), *Brissus* sp. Toutes ces espèces sont assez communes aux environs d'Istres, dans les falaises en bordure de l'étang de Berre et de l'étang de l'Olivier, au-dessus de la zone à *Pecten Ziziniæ*

(1) L'échantillon figuré par Cotteau fait partie de la collection Peron, actuellement au Muséum (collections de Paléontologie).

Blanck. M. J. Lambert et Gauthier ont, en outre, indiqué, provenant de cette localité, de l'étang de Lavalduc et du Plan d'Arren, quelques autres espèces, entre autres *Prionechinus Jacquemeti* Lamb. (*Arbacina*) et *Psammechinus Gauthieri* Cott.

Aux environs d'Istres, sur les bords de l'étang de l'Olivier, cette mollasse est immédiatement surmontée par des argiles bleues micacées représentant le Schlier, elles-mêmes recouvertes par les sables helvétiques (safre) à *Amphiope bioculata*, ce qui concorde avec l'ensemble de la faune des Échinides et des Pectinidés pour dater la série mollassique du Burdigalien supérieur, comme l'a fait M. Joleaud [262], et non de l'Helvétien inférieur, ainsi que le pensait Fontannes.

D'autre part, il est certain que, tout en accusant par sa faune une mer chaude un peu plus profonde que celle du Burdigalien inférieur, cette mollasse à Lithothamnium, qui se retrouve avec le même faciès et les mêmes espèces en de nombreuses localités de la vallée du Rhône (Gard, Vaucluse, Bouches-du-Rhône, Drôme, Basses-Alpes), est une formation subrécifale. Elle indique une invasion marine s'accroissant qui atteindra, ainsi que l'a fait remarquer M. Haug, son maximum de profondeur avec les dépôts argileux du Schlier.

ÉTAGE AQUITANIEN. — *Couches de Schio (Vicentin)*. — *Lower Limestone des îles de Malte et Gozo*. — Les localités de Carry et Sausset sont les seuls points en France où l'Aquitanién méditerranéen marin présente des Échinides, aucun n'ayant été signalé dans les marnes à *Ostrea aginensis* Tourn. de Foncaude, près Montpellier, qui sont riches en Potamides et Turritelles, ce qui indique un dépôt effectué à une très faible profondeur près du rivage. Sur le pourtour du Bassin Méditerranéen, les gisements marins d'âge aquitanién ayant fourni des Échinides sont très clairsemés. A part la Basse-Provence, les couches de Schio dans le Vicentin et le Lower Coralline Limestone, à Malte et Gozo, sont, jusqu'ici, les seuls points du Bassin Méditerranéen où se rencontrent des faunes d'Échinides. Ayant visité ces gisements, j'en dirai ici quelques mots.

a. *Couches de Schio*. — L'Aquitanién marin, également néritique, est depuis longtemps connu en Italie dans le Vicentin en plusieurs localités. La faune d'Échinides des couches de Schio a fait l'objet d'importants travaux (1). Ce gisement classique que j'ai exploré est remarquable par l'abondance des Pectinidés associés aux Échinides (Spatanges, Échinolampidés, Clypéastres, Scutelles), ce qui est caractéristique des faunes marines durant tout le Néogène. Les couches gréseuses, par leur faciès et la faune qu'elles renferment, dénotent une mer chaude peu profonde. Les Clypéastres de Schio sont caractérisés en général, de même que ceux du Tongrien de Dego, Sassello, Carcare (Ligurie), par leur forme déprimée, mais à bords relativement épais, ce qui les distingue des Clypéastres plus anciens connus dès le Mésonummulitique, plus aplatis, à marge étalée et bordure amincie, qui appartiennent au groupe des *Laganidea* de Pomel.

La faune très spéciale d'Échinides de Schio n'est d'ailleurs nullement comparable dans son ensemble à la petite faune d'Échinides aquitaniens de Carry et Sausset (Bouches-du-Rhône) qui prospérait sans doute, à une profondeur un peu moindre (2).

(1) Voir bibliographie de l'Italie, nos 280, 285, 334, 341.

(2) L'abondance de petits *Lithothamnium* et de nombreux Polypiers perforés par *Lithodomus avitensis* Mayer dans les couches aquitaniennes de Carry-Sausset à *Parasalenia*, *Echinoneus*, etc., indique une faible profondeur qui ne devait guère excéder environ quarante mètres.

b. *Malte et Gozo*. — La série néogène de Malte et Gozo est certainement l'une des plus riches en Échinides du Bassin Méditerranéen, et d'autant plus importante qu'elle peut être considérée comme la mieux connue et la mieux datée tant au point de vue stratigraphique qu'au point de vue paléontologique.

L'Aquitaniens constitue le terme stratigraphique le plus inférieur dans ces îles ; il constitue le Lower Coralline Limestone (Zonkor en langue maltaise) [358]. Gregory [355] lui attribue une épaisseur d'environ 500 pieds (un peu plus de 150 mètres). A Malte, le Lower Coralline Limestone présente en quelques points de grandes Lépidocyclines, *L. dilatata* Micht. mut. *elephantina*, le long de la côte orientale. La partie supérieure de ce calcaire semi-cristallin est riche en Scutelles formant de grands bancs où elles sont littéralement empilées les unes sur les autres, mais généralement fort difficiles à extraire dans les endroits où la roche est très dure, ainsi que j'ai pu le constater fort nettement dans l'île de Gozo, au nord de Citta Vittoria, dans le ravin au pied de la colline de Dabrani (voir la coupe plus loin).

Cette Scutelle de l'Aquitaniens de Malte, d'abord assimilée à *Scutella subrotunda* Leske (*Echinodiscus*), puis à l'espèce tongrienne du calcaire à astéries de l'Aquitaine, *Scutella Agassizi* Oppenh. (= *Scutella striatula* auct., non de Serres), a été nommée *Scutella melitensis* par Airaghi qui l'a considérée avec raison comme distincte. Elle fait d'ailleurs partie du groupe des Scutelles à ambulacres courts et larges marges, florissant à cette époque. M. J. Lambert veut y voir le véritable *Scutella subrotunda* Leske et il a donné le nom de *Scutella leognanensis* à l'espèce nommée par tous les auteurs *Scutella subrotunda*.

Les Échinides suivants ont été cités de Malte et Gozo :

Cidaris (*Cyathocidaris*) *avenionensis* Desm. (*Cidarites*) = *Cidaris oligocenus* Greg. (rad. non test).

Leiocidaris Adamsi Wr. (*Cidaris*).

Psammechinus tongrianus Greg. (*Echinus*).

Echinolampas æquizonatus Greg. (*Breynella*).

Echinolampas posterolatus Greg.

Scutella melitensis Airag.

Clypeaster latirostris Ag.

Il faut ajouter à cette liste *Arbacina* cf. *Piæ* Lov. d'après un échantillon du British Museum (E. 4304) qui m'a été aimablement communiqué et dont l'étiquette porte « Low. Miocene between Globigerina Lim. Low. Coralline Limest. Transition bed IV, V ». On trouve à ce même niveau *Echinocyamus stellatus* Caped. (= *Fibularia melitensis* Lamb.) et *Echinocyamus Studeri* Greg. (non Sismonda).

Cette faunule est essentiellement néritique, contrairement à l'opinion de M. Gregory qui veut y voir un dépôt de mer profonde.

La faune d'Échinides aquitaniens est, somme toute, assez réduite dans le Bassin Méditerranéen, surtout en comparaison des riches faunes échinitiques que présentent les dépôts néogènes ultérieurs, particulièrement ceux du Burdigalien et du Vindobonien. Il faut, en outre, remarquer que nous ne connaissons aucun faciès bathyal, mais seulement des dépôts néritiques plus ou moins profonds. Ceci tient évidemment à une phase marine

négative durant l'Aquitanién, les dépôts saumâtres, lacustres ou continentaux, jouant par contre, à cette époque, un rôle prépondérant.

ÉTAGE BURDIGALIEN. — *Principaux gisements à Échinides du Bassin Méditerranéen.* —

Cet étage, avec lequel se termine le Néogène inférieur, est caractérisé par une importante transgression marine qui, s'accroissant durant le Néogène moyen, atteindra son maximum de profondeur dans les géosynclinaux ou aires d'ennoyage avec le dépôt bathyal du *Schlier*.

Les gisements marins du Burdigalien sont donc nombreux. Tous appartiennent, soit à la zone sublittorale (conglomérats et sables), soit en majeure partie à la zone néritique constituant actuellement les graviers à Bryozoaires et les fonds coralligènes (mollasses à *Lithothamnium*) ; certains, tel le *Globigerina Limestone* de Malte, sont considérés comme des sédiments planctogènes (1).

Les Échinides abondent dans ces formations de mer chaude peu profonde. Je ne veux citer ici, en une rapide esquisse, que les gisements burdigaliens les plus importants pour l'étude des Échinides sur le pourtour du Bassin Méditerranéen.

FRANCE. — SUISSE. — AUTRICHE. — Dans le Bas-Languedoc, le Burdigalien est représenté par une formation mollassique où M. Roman [252] a signalé aux environs de Montpellier *Scutella paulensis* Ag. et *Cidaris avenionensis* Desm. (radioles). A Montpellier même, au faubourg de Boutonnet et au Sacré-Cœur, d'anciennes exploitations, actuellement disparues, ouvertes dans le « calcaire moellon » (suivant l'expression de Marcel de Serres) avaient fourni une faune d'Échinides. De Rouville et de Serres y ont signalé *Echinolampas hemisphaericus* Lmk. et quelques Clypéastres, notamment *Clypeaster intermedius* Desm. Je peux ajouter aujourd'hui à la liste des Échinides de Boutonnet une espèce fort intéressante, le véritable *Scutella striatula* de Serres, grâce à l'aimable communication d'un des types de la collection de Serres que conserve M. Gennevaux à Montpellier. Cet échantillon dont la face inférieure est empâtée de « calcaire moellon » a conservé son étiquette manuscrite portant simplement « *Scutelle, Faubourg Boutonnet* ». Il est identique à un autre échantillon de la collection de Serres étiqueté par de Loriol, *Scutella striatula* Marcel de Serres, actuellement au musée de Genève et dont M. Bedot, directeur de ce musée, a bien voulu me faire parvenir une photographie. Je décris ces échantillons dans la suite de ce travail. Cette grande Scutelle est très différente du *Scutella Agassizi* Oppenh. (*Scutella striatula* auct., non de Serres) ; elle diffère également d'une autre Scutelle de l'Helvétien de l'Hérault, nommée à juste titre par de Loriol *Scutella Jacquemeti*.

J'ai déjà eu l'occasion de décrire les affleurements marins du Burdigalien en Basse-Provence. Dans la vallée du Rhône, les gisements à Échinides de cet étage sont nombreux : une des localités les plus importantes pour l'étude des Échinides est celle des Angles (Gard) près d'Avignon, où sont encore exploitées de vastes carrières dont M. L. Joleaud [262] a

(1) Je ferai toutefois observer que *Scutella melitensis* Airaghi paraît se rencontrer dans une partie de cette formation, d'après certains exemplaires étudiés où la gangue était encore adhérente : d'ailleurs, j'ai constaté à Carry (Bouches-du-Rhône) de véritables accumulations de globigérines par endroits dans les couches sableuses néritiques à *P. subpleuronectes* d'Orb., *Scutelles* et *Amphiope Boulei* nov. sp.

relevé les différentes coupes. Diverses espèces d'Échinides réguliers appartenant aux genres *Plegiocidaris* Pom., *Cidaris* Kl. (*Cyathocidaris* Lamb.), *Arbacina* Pom., *Psammochinus* Ag., *Prionechinus* Ag., ainsi qu'un *Echinocyamus* provenant des Angles, ont été figurées ou décrites par de Loriol, Pellat [247, 249] et M. Lambert [266]. Je figure, pl. I, fig. 1, un interambulacre de *Cidaris avenionensis* Desm. que j'y ai recueilli, en raison de la rareté du test de ce bel Échinide dont un seul fragment avait été figuré par l'abbé Bazin (1) ; un test complet, mais légèrement déformé, a été récemment figuré par M. J. Lambert [266]. Parmi les irréguliers, *Echinolampas scutiformis* Leske abonde en certains bancs : des Échinides appartenant aux genres *Clypeaster* et *Echinocyamus*, plus rares, s'y rencontrent également.

Aux environs de Cucuron (Vaucluse) et dans le département de la Drôme, notamment à Saint-Restitut, près de Saint-Paul-trois-Châteaux, le Burdigalien inférieur est représenté par des sables quartzeux assez grossiers où abonde *Scutella paulensis* Ag. dont le type a été pris dans cette localité. C'est d'ailleurs, avec des radioles du *Cidaris avenionensis* Desm., le seul Échinide qui se recueille communément dans ces formations sableuses.

Le Burdigalien supérieur mollassique contient surtout des *Echinolampas* : *E. scutiformis* Leske, (*Echinoneus*) et var. *angulatus* Mér. *E. hemisphaericus* Lmk. Divers Clypéastres ont été également signalés Il est intéressant de constater que le genre *Spatangus* se trouve représenté en Vaucluse et dans la Drôme par trois espèces, d'ailleurs assez rares :

1° *Spatangus delphinus* Deff. (Drôme), de petite taille dans la mollasse de Vence [260] (Alpes Maritimes) ;

2° *Spatangus Gauthieri* Cott. (Drôme) [243] ;

3° *Spatangus Deydieri* Cott. (Vaucluse, Basses-Alpes, Savoie) [243, 245].

Une quatrième espèce décrite, mais non figurée, *Spatangus Heinzi* Gauth. a été indiquée par Cotteau comme provenant du Burdigalien d'Arles (Bouches-du-Rhône). Par contre, aucun *Spatangus* ne paraît avoir été recueilli dans le Comtat, dans la région de l'étang de Berre, ou plus à l'ouest, aux environs de Montpellier.

Dans les Alpes-Maritimes, la mollasse burdigalienne de Vence contient une faune d'Échinides très remarquable : M. J. Lambert [260] en a décrit une trentaine d'espèces appartenant principalement aux genres *Scutella*, *Clypeaster*, *Echinolampas*, *Spatangus*, etc. Le Clypéastre le plus abondant dans cette localité est *Clypeaster latirostris* Ag. avec de nombreuses variétés. La richesse en Échinides de la mollasse de Vence doit sans doute être attribuée à des conditions de milieu exceptionnellement favorables, et notamment à des fonds néritiques marins moins agités que ceux de la dépression rhodanienne voisine.

Plus au nord, la mollasse de Forcalquier (Basses-Alpes) renferme quelques Échinides ; Tournouer [230] y cite, entre autres, *Echinolampas scutiformis* Leske et *Spatangus corsicus* Desor. La mer burdigalienne, s'étendant en transgression vers l'est, empiétait sur les chaînes subalpines (bassins de Digne, de Champsercier et de Tanaron). Ses dépôts se

(1) 1884. — BAZIN, Échinides du Miocène moyen de la Bretagne, et particulièrement du bassin de Saint-Juvat (B. S. G. F. (3), t. XII, p. 35, pl. I, fig. 1).

retrouvent dans le Devoluy, puis en Savoie : MM. Douxami et Kilian [237] ont signalé de ces régions quelques rares espèces.

En Suisse, la mollasse marine burdigalienne est un peu plus riche en Échinides. Ce sont les mêmes genres avec quelques espèces différentes, particulièrement *Scutella helvetica* May. (in de Loriol), très voisine de *Scutella paulensis* Ag. qui se recueille dans les mêmes couches.

La mer burdigalienne s'étendait en Autriche par l'Allemagne du Sud (Souabe, Wurtemberg, Bavière). Les espèces décrites [98, 99, 102, 103] sont principalement *Cyathocidaris avenionensis* Desm., *Psammechinus dubius* Ag., *Scutella paulensis* Ag., *Scutella helvetica* May., *Echinocyamus ursendorfsensis* Miller, *Maretia ocellata* Defr. (*Spatangus*), *Echinolampas scutiformis* Leske, *Spatangus delphinus* Defr., *Echinocardium Deikei* Des., indiquant une faible profondeur.

En Autriche, dans le Bassin extra-alpin, les couches sableuses de Gauderndorf renferment le curieux *Brissomorpha Fuchsi* Laube. La mollasse d'Eggenburg, qui correspond à la zone des Corallines, est assez riche en Échinides. Dans un récent travail, M. F. X. Schaffer [141] cite *Clypeaster latirostris* Ag., *Clyp. sub-Partschi* Schaff., *Echinolampas Laurillardi* Ag. et var. *acuminatus* Schaff., *Maretia perornata* Schaff., *Spatangus austriacus* Laube. Dans le Bassin intra-alpin de Vienne, le Burdigalien n'est pas connu : il ne réapparaît plus à l'est qu'en Styrie et dans la Carinthie, mais, à ma connaissance, on n'y a pas signalé d'Échinides qui, sans doute, y sont rares.

POURTOUR DE LA MÉDITERRANÉE OCCIDENTALE. — ITALIE. — Le Burdigalien, qui manque dans le Vicentin, se trouve dans le synclinal de Belluno, dans le Piémont (Apennin ligure, la Superga), la province de Rome, sur le versant adriatique de l'Apennin. C'est surtout en Calabre que le Néogène inférieur est riche en Échinides ; Seguenza [298] a décrit et figuré, provenant du Néogène d'Antonimina qu'il considérait comme Tongrien ou Aquitanien, de nombreuses espèces parmi lesquelles il faut retenir comme caractéristiques du Burdigalien : *Scutella paulensis* Ag., *Echinolampas hemisphaericus* Lmk., *Echinolampas scutiformis* Leske, *Clypeaster latirostris* Ag., *Clypeaster intermedius* Desm. var. *calabra* Seg. — En Sicile, *Clypeaster intermedius* existe également sans doute aussi dans le Burdigalien, mais la distinction de ce qui appartient véritablement à cet étage est jusqu'ici assez peu précise.

MALTE ET GOZO. — Dans ces îles, le Burdigalien est représenté par le *Globigerina Limestone* appelé également *Calcareous Sandstone*, *Arenaria calcarea*, *Freestone* et *Franca* en langue maltaise, lequel est immédiatement supérieur au Lower Coralline Limestone et surmonté directement par les argiles du Schlier. La coupe suivante, relevée dans l'île de Gozo à la colline de Dabrani située entre Rabat (Citta-Vittoria) et S. Paolo, le montre très nettement :

4. — Calcaire dur gréseux, caverneux, peu fossilifère = *Upper Coralline Limestone*.
3. — Argiles gypsifères gris-bleuâtre zonées, profondément ravineées, dans lesquelles j'ai recueilli, avec de petits Pectinidés, *Schizaster* sp. à la partie supérieure (*Schlier*).
2. — *Globigerina Limestone*, fossilifère avec plusieurs niveaux de nodules phosphatés.

1. — *Lower Coralline Limestone* (partie supérieure). Banc à *Scutella melitensis* Airag (1).

Nota. — Ici le Greensand fait défaut au-dessus du Schlier.

Le calcaire à Globigérines de Malte et Gozo est une formation marine qui semble n'avoir son analogue à la même époque que dans la région subbétique en Espagne, ainsi que l'a fait remarquer M. R. Douvillé [215]. On y distingue plusieurs niveaux de nodules phosphatés épigénisant les tests des Échinides, Pélécy-podes et Gastéropodes : ces niveaux sont très riches en dents de squales parmi lesquelles celles du *Carcharodon megalodon* fort communes.



Fig. 6. — Coupe schématique de la colline de Dabrani. — Ile de Gozo.

De toutes les formations maltaises, c'est le *Globigerina Limestone* qui se montre le plus riche en Échinides. On y rencontre plus de vingt espèces réparties dans quinze genres ou sous-genres. Cette faune échinitique présente un intérêt particulier, non seulement par son importance, mais aussi par l'absence de Clypéastres et par les modifications (diminution de taille), présentées, par certaines espèces dues au faciès spécial de ce dépôt, ainsi que j'aurai l'occasion de le faire observer dans la suite de cette étude; la liste des Échinides du *Globigerina Limestone* étant fort riche et très importante m'a paru devoir être donnée ici *in-extenso* :

Cidaris avenionensis Desm. (test et radioles).

Leiocidaris Sismondai Mayer (*Rhabdocidaris*).

Leiocidaris Scillæ Wr. (*Cidaris*).

Anapesus hungaricus Laube (*Echinus*).

Echinocyamus stellatus Caped. [= *Fibularia melitensis* Lambert et *Echinocyamus Studeri* Greg. (non Sism.)].

Scutella melitensis Airag.

Tristomanthus Spratti Wr. (*Pygorynchus*).

Tristomanthus Vassali Wr. (*Pygorynchus*).

Echinolampas scutiformis Leske var. *angulatus* Mér.

Echinolampas Tagliaferroi nov. sp.

Echinolampas doma Pom. (*Hypsoclypus*).

Pericosmus latus Ag. var. *minor*. nov. (*Micraster*).

Gregoryaster cor anguinum Greg. (*Pericosmus*).

Opissaster vadosus Greg. (*Hemiaster*).

(1) Je figure, pl. IV, fig. 7, 7 a, un jeune exemplaire que j'ai recueilli en ce point.

Opissaster Scillæ Wr. (*Hemiaster*).
Opissaster Cotteaui Wr. (*Hemiaster*).
Holcopneustes Lorioli Stefanini.
Schizaster eurynotus Ag.
Schizaster Parkinsoni Deifr. (*Spatangus*).
Schizaster Desori Wr.
Schizaster melitensis Stefanini.
Schizaster sardiniensis Cott.
Brissoopsis crescenticus Wr.
Heterobrissus excentricus Wr. (*Pericosmus*).
Euspatangus Konincki Wr.
Euspatangus melitensis Greg. (*Metalia*).
Spatangus Marmoræ Desor (*Macropneustes*).
Spatangus pustulosus Wr.
Lovenia Duncani Greg. (*Sarsella*).
Lovenia anteroalta Greg. (*Sarsella*).

Parmi ces espèces, *Echinocyamus stellatus* Cap., *Echinolampas doma* Pom., *Echinolampas Tagliaferroi* nov. sp., *Schizaster eurynotus* Ag., *Schizaster sardiniensis* Cott., *Spatangus Marmoræ* Desor. n'avaient pas été signalés jusqu'ici dans le *Globigerina Limestone*.

CORSE ET SARDAIGNE. — Les Échinides de Sardaigne ont été étudiés très complètement par MM. Cotteau, Airaghi, Capeder, Lambert, Lovisato. La faune décrite, fort importante, ne peut malheureusement, semble-t-il, être répartie d'une façon indiscutable parmi les divers étages du Néogène sarde. Sans nul doute, d'ailleurs, beaucoup d'espèces sont caractéristiques du Burdigalien, mais il est difficile actuellement d'en dresser la liste complète de façon certaine.

En Corse, la série stratigraphique est mieux établie, particulièrement dans le bassin de Bonifacio, surtout grâce aux études de Peron [162]. Le Burdigalien s'y montre bien développé avec un faciès subrécifal, reposant sur le granite rose décomposé et très friable. J'ai constaté dans les faïsses de la côte, à la fontaine de Cadelabra et aux environs de Santa-Manza, l'abondance des espèces suivantes, entre autres, caractéristiques de cet étage : *Clypeaster latirostris* et var. *laganoides*, *Clypeaster Scillæ* Desm., *Echinolampas plagiosomus* Ag., (*Conoclypeus*), *Schizaster eurynotus* Ag., *Schizaster Lovisatoi* Cott., *Spatangus Marmoræ* Desor.

Aux environs d'Aleria, sur la côte orientale, les mollasses gréseuses à Clypéastres et *Ostrea crassissima* de l'étang de Diane que j'ai pu explorer appartiennent incontestablement à l'Helvétien.

A Saint-Florent, près du port, affleure au bord de la mer une mollasse burdigalienne qui est assez riche en Échinides ; je me contenterai de citer ici deux espèces particulièrement intéressantes paraissant spéciales en Corse à ce petit bassin. L'une, non encore signalée, et cependant assez commune à Saint-Florent, est *Tristomanthus Spratti* Wr. ; l'autre est *Pericosmus latus* Ag. var. *minor* nov. Ces deux espèces se retrouvent à Malte au même niveau : le fait que *Pericosmus latus* Ag., dont la forme typique d'assez grande

taille se rencontre dans le Burdigalien de Bonifacio, est ici représenté uniquement par une variété de petite taille comme dans le *Globigerina Limestone* à Malte, paraît indiquer une similitude de conditions entre ces dépôts. Il est tout au moins probable que le Burdigalien de Saint-Florent, comparé à celui des environs de Bonifacio, est un dépôt marin effectué dans des conditions assez différentes (1).

ESPAGNE ET BALÉARES. — Dans le nord-est de l'Espagne, le Burdigalien, débutant par un conglomérat, est représenté en Catalogne par un faciès calcaire à *Lithothamnium* et un faciès gréseux à Échinides (Clypéastres, Scutelles, etc.). M. J. Lambert a décrit de la province de Barcelone et de Minorque [216] une faune d'Échinides, dont quatorze espèces du Burdigalien, provenant en majeure partie des calcaires à Clypéastres. Ces calcaires, qui se retrouvent aux Baléares, ont été étudiés par Hermite [145] : il y a lieu de noter, parmi les espèces citées dans son mémoire, la présence du *Brissopsis crescenticus* Wr. qui se trouve à ce niveau, à Malte et en Corse (environs de Bonifacio). — On retrouve les traces de la transgression burdigalienne plus au sud, à l'emplacement du détroit nord-bétique, au sud du Guadalquivir, dans la province de Jaen et aux environs de Grenade, sous deux faciès également néritiques, l'un mollassique grossier avec des Clypéastres, l'autre calcaire avec *Lithothamnium* et Clypéastres.

MAROC. ALGÉRIE. TUNISIE. — A l'époque burdigalienne, le détroit nord-bétique faisait encore communiquer la Méditerranée avec l'Atlantique, et la mer n'empiétait guère sur le Maroc actuel : d'après M. L. Gentil [92], ses traces ne se trouvent qu'aux confins de la frontière algérienne.

Par contre, la mer burdigalienne s'étendait largement en Algérie dans le géosynclinal tellien parallèlement à la côte : contournant le Hodna, on retrouve ses dépôts jusqu'au Djebel Aurès dans la province de Constantine. La Tunisie était alors recouverte par la mer jusque dans sa partie centrale. Les sédiments burdigaliens, reposant le plus souvent par l'intermédiaire de conglomérats sur des formations antérieures d'âges divers et indiquant ainsi une invasion transgressive, affectent dans ces régions un faciès littoral et néritique, riche en Échinides, notamment en Clypéastres qui ont été surtout décrits et figurés par Pomel, Cotteau, Peron et Gauthier [75, 80].

POURTOUT ORIENTAL ET SEPTENTRIONAL DU BASSIN MÉDITERRANÉEN. — Les dépôts marins du Burdigalien à l'état de grès ou de calcaires contenant des Échinides ont été reconnus en Égypte, particulièrement au Gebel Geneffe ; mais ils n'ont pas été constatés dans la Cyrénaïque et, d'après M. Pachundaki, ne paraissent pas devoir exister dans la Marmarique. Ils sont jusqu'à présent inconnus en Syrie, dans le nord de l'Asie Mineure, le Caucase. En Perse, les calcaires à Clypéastres des environs du lac Ourmiah, attribués au premier étage méditerranéen [104], seraient la limite extrême orientale de la Méditerranée burdigalienne.

On a reconnu des dépôts marins de cet étage dans la branche occidentale du sillon transgéén, puis, plus au nord, dans le massif banatique, et en Transylvanie, à l'ouest de Budapest.

(1) Je n'ai d'ailleurs trouvé aucun Clypéastre dans la mollasse de Saint-Florent.

Néogène moyen.

Schlier.

Le *Schlier*, superposé aux couches marines du Burdigalien supérieur, est actuellement placé à la base du Néogène moyen, en raison de son passage latéral en Bavière à la mollasse marine à *Cardita Jouanneti*. Ce faciès, essentiellement bathyal, est constitué, partout où il est connu, par des argiles bleues ou grises, plus ou moins sableuses, micacées, souvent gypsifères, qui accusent, par leur faciès et la faune qu'elles renferment, un approfondissement des fonds sous-marins en certaines régions (géo-synclinaux, aires d'ennoyage, etc.) au début du Néogène moyen. Il présente parfois à sa base un conglomérat à galets verts ; mais, le plus souvent, aucun intermédiaire ne le sépare du Burdigalien.

En France, les affleurements les plus méridionaux du *Schlier* se rencontrent dans la Basse-Provence, aux environs d'Istres (Bouches-du-Rhône) : sur les bords escarpés de l'étang de l'Olivier, on peut constater sa superposition immédiate à la mollasse calcaire blanche à *Lithothamnium* et *Pecten Ziziniæ* Blanck. du Burdigalien supérieur. M. Collot l'a récemment signalé à Notre-Dame-de-Val-de-Cuech, près de Salon. On retrouve le faciès *Schlier* en de nombreuses localités de la vallée du Rhône : Théziers, Sauveterre, Saint-Remy, le Cheval-Blanc, la région de Carpentras, et dans la plaine d'Avignon, aux Angles (à Avignon même, d'après M. L. Joleaud [252], le *Schlier* atteint plus de 80 mètres d'épaisseur). Le *Schlier* de la vallée du Rhône est fort pauvre en Échinides ; on ne peut guère y mentionner que des fragments de Cidaridés et de *Schizaster* (1). Dans les Alpes-Maritimes, la « mollasse grise » de Vence à l'état d'argiles sableuses correspondrait au *Schlier* ; on n'y a pas signalé d'Échinides (2).

Les marnes bleues du *Schlier* se rencontrent également en Bavière (Sud et Est) ; elles sont typiques en Autriche dans le bassin extra-alpin, notamment à Ottnang (Haute-Autriche), localité classique d'où R. Hoernes, a signalé une petite faune d'Échinides parmi lesquels un *Brissopsis*, *Brissopsis ottnangensis* Hoernes, qui a été cité depuis en dehors de l'Autriche dans le Vicentin et la Toscane.

En Italie, dans le Piémont, ce sont les marnes à Ptéropodes des collines des Langhe ; puis, sur le versant adriatique, dans l'Émilie, aux environs de Modène et de Bologne, le *Schlier* se montre riche en Échinides d'abord étudiés par Mazzetti [290, 306, 308]. M. Stefanini [346] a décrit de cette région une faune échinitique très riche et fort intéressante par la présence de quelques genres de profondeur spéciaux, tels que *Toxopatagus* Pomel, *Heterobrissus* Manz. et Mazz., *Linopneustes* Ag. De pareilles formations marneuses avec Échinides se trouvent dans les Marches avec *Cleistechinus Canavarii* de Lor. [302], en Ombrie et dans les Abruzzes. Des marnes à *Brissopsis* et *Schizaster* avec sulfate de chaux et pyrite existent aussi en Sicile (province de Syracuse) et se placent au même niveau.

(1) *Schizaster Parkinsoni* Ag. a été cité du safre marneux bleu d'Istres [241].

(2) J'y ai seulement recueilli quelques otolithes qui ont été décrits et figurés par mon savant confrère M. Priem. 1911. — F. PRIEM, Otolithes du tertiaire supérieur de France (B. S. G. F (4), t. XI, p. 44, fig. 8).

A Malte et Gozo, le *Schlier* est représenté par une argile bleue gypsifère imperméable, dite *Creta blu* ou *Tafal* en langue maltaise, immédiatement superposée au *Globigerina Limestone* (voir plus haut la coupe du ravin de Dabrani) : son épaisseur peut atteindre 20 pieds environ. Elle m'a fourni à Gozo des débris de *Schizaster* ; Wright [349] y avait signalé *Spatangus Desmaresti* Goldf. et *Pericosmus latus* Ag.

En Corse, les marnes grises micacées à *Pecten cristatus* Brönn des environs de Bonifacio et d'Aleria, où j'ai recueilli *Spatangus corsicus* Desor, se placent sur l'horizon du *Schlier* ; je ne les ai pas constatées aux environs de Saint-Florent. De pareilles formations, avec *Pecten denudatus*, existent en Sardaigne.

Inconnu aux Baléares et en Espagne, ce faciès bathyal est représenté dans la zone littorale de l'Algérie occidentale et dans la région des Hauts-Plateaux (Djebel Guendil et Boghar), puis en Tunisie (Aïn Tiferouin), par des marnes à Ptéropodes, Gastropodes et *Aturia Aturi* : on n'y a pas signalé d'Échinides. — En Égypte (Gebel Geneffe) et en Syrie, il y a des assises marneuses gypsifères à la base du Vindobonien. — En Perse, M. Haug a fait remarquer qu'« aucun argument paléontologique n'est encore venu justifier l'assimilation au *Schlier* helvétique » des formations gypseuses et salifères [61].

Les argiles à *Pecten denudatus* de la presqu'île de Kertch sont peut-être un dépôt de cet âge ; par contre, les formations salifères de Galicie et de Roumanie, autrefois considérées comme étant du *Schlier*, ont été récemment rattachées au Tortonien en raison de l'ensemble de leur faune, d'ailleurs dépourvue d'Échinides. — Le *Schlier* est encore connu en Transylvanie (couches argileuses d'Hidalmas à Foraminifères, *Aturia Aturi*, etc., sans Échinides). — A l'ouest de la Hongrie, il est très analogue à celui de la Haute-Autriche et renferme également *Brissopsis ottwangensis* Hoernes ; on l'a même reconnu par sondages en Silésie. — En Égée, le *Schlier* ne serait représenté qu'au S. W. de la Macédoine, dans la branche occidentale du « sillon transégéen ».

En résumé, le *Schlier*, dépôt essentiellement bathyal, est exclusivement cantonné dans certaines régions déterminées, formant à cette époque de profondes dépressions ou même de véritables fosses sous-marines. Les différences de faunes que présentent ses dépôts suivant les points observés, argiles à Ptéropodes, marnes à Foraminifères, *Aturia Aturi*, Pectinidés spéciaux, marnes à *Brissopsis*, etc., *Schlier* de l'Émilie et des Marches à Échinides spéciaux de profondeur, correspondent à autant de niveaux de la zone bathyale. Il semble qu'en ce qui concerne les Échinides, le *Schlier* austro-hongrois à *Brissopsis ottwangensis* Hoernes a dû se déposer à une profondeur analogue à celle des argiles plaisanciennes à *Brissopsis* de la vallée du Rhône par exemple ; celui de l'Émilie et des Marches, qui a deux faciès, l'un mollassique sableux, l'autre essentiellement marneux, correspond également pour sa partie marneuse la plus profonde à la zone des *Brissopsis*. *Heterobrissus*, *Toxopatus*, dont le niveau habituel se trouve dans les marnes, ont été signalés également dans la mollasse sableuse où ils sont plus rares [346] ; seul, *Linopneustes Pareti* Manz. paraît spécial aux marnes.

Vindobonien.

C'est le « second étage méditerranéen » de Suess, comprenant les anciens étages Helvétien et Tortonien : il correspond à la seconde transgression marine de l'époque Néogène. D'une façon générale, l'Helvétien marin représente le faciès littoral ou néritique, constitué par des faluns (ex. : sables de Grund en Autriche), des sables plus ou moins marneux (ex. : safre de Provence), chargés de calcaire (ex. : Greensand de Malte), ou par des grès mollassiques (ex. : mollasses de Saint-Gall et de Berne en Suisse qui ont servi de type à l'Helvétien).

Le Tortonien marin, faciès plus profond, est soit à l'état de mollasses (ex. : Leithakalk d'Autriche), soit surtout à l'état de marnes plus ou moins sableuses, plus ou moins argileuses suivant la profondeur du dépôt, généralement caractérisées par l'abondance des Pleurotomes (ex. : marnes de Tortone, marnes de Cabrières d'Aigues, marnes de Baden). — Exceptionnellement le Vindobonien présente en quelques points des formations coralligènes (ex. : calcaire à Polypiers et *Echinometra miocenica* de Lor. de Sériège, Hérault) ou des récifs à Bryozoaires (ex. : calcaire de Tchokrak en Crimée). — Souvent enfin, Helvétien et Tortonien constituent une formation très homogène quant au faciès et à la faune : dans ce dernier cas, ce sont souvent des sables ou des grès déposés dans des bas-fonds (ex. : sables à *Terebratulina cathaliscus* du Bas-Dauphiné et des environs de Lyon).

Les Échinides se rencontrent dans les sables ou les marnes sableuses de l'Helvétien, surtout dans les mollasses gréso-calcaires ; par contre, les marnes tortoniennes où abondent les Pleurotomes sont fort pauvres en Échinides : on n'y recueille, en général, que des radioles de Cidaridés, d'Échiniens, parfois des fragments de *Schizaster*. L'absence dans ces marnes tortoniennes de représentants du genre *Brissopsis*, qui se rencontrent communément dans les dépôts marneux du Schlier ou dans les argiles plaisanciennes, est un fait important à constater, car il nous indique une plus grande profondeur, non atteinte par les dépôts tortoniens.

FACIÈS SABLEUX OU GRÉSEUX, MARNO-SABLEUX, MOLLASSIQUE. — Les sables, parfois consolidés en grès, et les marnes sableuses de l'Helvétien font partie de la zone néritique plus ou moins profonde, ainsi que les mollasses calcaréo-gréseuses.

Dans l'Hérault et le Gard, les marnes sableuses gris bleuâtre helvétiques renferment quelques Échinides appartenant aux genres *Psammechinus*, *Schizaster*, *Scutella* : aux environs de Béziers, près de Nissan, on y recueille en abondance *Scutella Jacquemeti* de Lor. et *Amphiope bioculata* Ag. — En Provence, ce sont des sables ferrugineux souvent consolidés en grès, présentant parfois de petits cailloux roulé : cette formation, assez puissante par endroits (safre de Provence) et particulièrement bien développée dans la région d'Istres, Saint-Chamas, Saint-Étienne-des-Grès (Bouches-du-Rhône), est caractérisée par un *Amphiope* généralement rapporté à l'*Amphiope perspicillata* (1) Ag., mais qui me paraît devoir être assimilé à l'*Amphiope bioculata* Ag. Ces sables s'étendent

(1) Le type de l'*Amphiope perspicillata* Ag. est indiqué par son auteur comme provenant des environs de Rennes.

en Vaucluse (Lourmarin, environs de Cucuron), et jusque dans la Drôme (environs de Suze-la-Rousse).

En Suisse, où a été pris le type de l'étage, les mollasses de Saint-Gall et de Berne sont à l'état de sables gréseux ou de marnes sableuses qui se poursuivent par le Wurtemberg et le sud de la Bavière jusqu'en Autriche (sables de Grund), Hongrie et Styrie ; les Échinides y sont fort peu représentés (1).

Au même horizon appartiennent en Italie les couches marno-sableuses avec conglomérats serpentineux de Baldissero et des collines de Turin renfermant la faune dite de la Superga, puis, toujours dans le Piémont, les grès et marnes de Serravalle. Parmi les Échinides signalés, certaines espèces, *Echinolampas plagiosomus* Ag. (*Conoclypeus*), *Echinolampas hemisphæricus* Lmk., *Schizaster eurynotus* Ag. (= *Schizaster Scillæ* Desm.) se rencontrent habituellement dans le Burdigalien, tandis que *Pericosmus Edwardsi* Ag., *Pericosmus pedemontanus* de Al., *Spatangus chitonosus* Sism. (*Mariania*), *Clypeaster altus* Klein sont caractéristiques de l'Helvétien. — Dans l'Émilie, les marnes du Schlier sont surmontées par des mollasses et des sables à Échinides décrits par M. Stefanini [346] ; ici encore, il faut noter la persistance de nombreuses espèces communes dans le Burdigalien : *Tripneustes Parkinsoni* Ag. et Des., *Echinolampas angulatus* Mér., *Echinolampas plagiosomus* Ag., *Pericosmus latus* Ag., *Spatangus Marmoræ* Ag. et Des., etc., en même temps que l'apparition d'espèces inconnues antérieurement : *Sardocidaris Scarabellii* Stefanini, *Echinolampas italicus* Lamb., *Macropneustes saheliensis* Pomel, *Dictyaster malatinus* Mazz., *Dictyaster excentricus* Stefanini. Ce sont là de véritables faunes de passage entre la partie supérieure du Néogène inférieur (Burdigalien) et le Néogène moyen.

Dans la province de Bénévent (Italie méridionale), la localité de Baselice, notamment, a fourni une belle faune d'Échinides conservés à l'Université de Naples, parmi lesquels j'ai noté *Amphiope bioculata* Ag., *Scutella* sp. (de grande taille) et de nombreux Clypeâstres : *Clypeaster altus* Klein et var. *portentosus* Desm., *Clypeaster campanulatus* Schloth. *Clypeaster acuminatus* Des. var. *Reidii* Wr., etc. Cette faune offre une grande analogie avec celle de la mollasse sableuse qui occupe le même horizon dans le bassin d'Aleria en Corse par la présence simultanée de l'*Amphiope bioculata* Ag. et des mêmes espèces de Clypeâstres.

En Calabre, Seguenza [298] a cité un grand nombre d'Échinides helvétiques qui témoignent de la magnifique floraison à cette époque du genre *Clypeaster*, mais aussi de son extrême polymorphisme. Je me contenterai de signaler la localité de Briatico (province de Catanzaro) où les sables pétris d'*Heterostegina*, renfermant en abondance de grands Clypeâstres (*Clypeaster altus* Klein, var. *portentosus* Desm. et var. *pyramidalis* Mich.), accompagnés de Pectinidés et de Brachiopodes, reposent directement sur le granite, ainsi que le montre la coupe ci-contre :

6. — Sables non fossilifères.

5. — Sables à *Heterostegina*, avec nombreux et grands Clypeâstres (particulièrement *Clypeaster altus* Klein, var. *portentosus* Desm. et *pyramidalis* Mich.), Pectinidés (*Macro-*

(1) Je n'ai recueilli aucun Echinide dans les sables de Grund (Autriche) aux environs de cette localité classique, bien que ce gisement soit très fossilifère.

chlamys latissima Brocc.), Brachiopodes (*Hemithyris plicatodentata* Costa var., *Terebratula sinuosa* (1) Br.)

4. — Sables avec *Heterostegina depressa* d'Orb., Pectinidés de taille moyenne ou petite, sans Clypéastres.

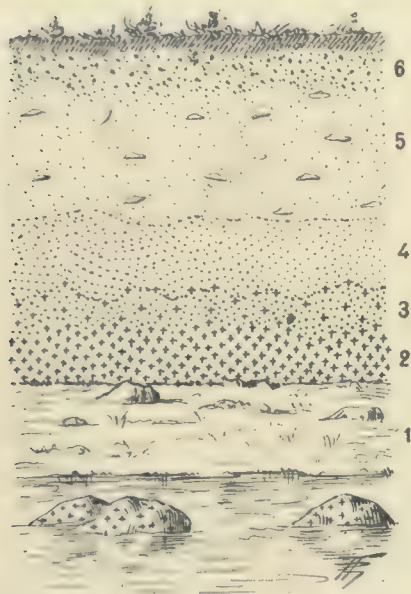


Fig. 7. — Coupe schématique aux environs de Briatico sur le rivage du golfe de S. Eufemia (Calabre).

3. — Arène granitique (granite décomposé).

2. — Granite dur, noir et blanc, à gros éléments (tourmaline, mica noir, etc.), formant quelques récifs non loin de la côte, en mer.

1. — Sable fin quartzeux de la plage actuelle.

Les Clypéastres cités par Seguenza dans l'Helvétien de Calabre (Monteleone, Baselice) sont :

Clypeaster altus Klein.

Clypeaster portentosus Desm. et var. *elator* Seg.

Clypeaster pyramidalis Mich. et var. *brevior* Seg.

Clypeaster insignis Seg. et var. *acuminatus* Seg.

Clypeaster Philippii Seg. et var. *media* Seg.

Clypeaster Reidii Wr. et var. *depressa* Seg.

Clypeaster marginatus Lmk. et var. *tenuipetalus* Seg.

Clypeaster formosus Seg.

Dans les îles de Malte et Gozo, le *Greensand* (calcaire à *Heterostegina* de Fuchs) est une formation identique à la formation calabraise; mais, tandis qu'en Calabre les sables à *Heterostegina* sont blancs, à Malte et Gozo ils sont fortement ferrugineux et souvent chargés de glauconie, d'où le nom de *Greensand*. On y recueille également en abondance :

Clypeaster altus Klein, comportant diverses variétés de grande taille.

Clypeaster tauricus Desor.

Clypeaster marginatus Lmk. (également fort variable)

Echinolampas Wrighti Greg.

Echinolampas Pignatarii (2) Stefanini (= *Heteroclypeus hemisphaericus*) Greg.

Je n'ai pas recueilli les deux autres espèces citées à ce niveau : *Heteroclypeus subpentagonalis* Greg. et *Echinolampas hemisphaericus* Lmk.

Le faciès sableux à *Heterostegina depressa* d'Orb. n'existe ni en Corse, ni en Sardaigne, ni dans les Baléares, ni en Espagne : il est remplacé dans ces régions par des mollasses sableuses ou calcaires avec *Ostrea crassissima* Lmk. C'est ainsi qu'en Corse, aux environs d'Aleria, la mollasse sableuse helvétique à *O. crassissima* et grands Clypéastres, qui s'observe près de l'étang de Diane, m'a fourni dans la localité de Punticieole *Amphiope bioculata* Ag. (espèce non encore signalée de Corse) avec *Clypeaster campanulatus* Schloth. typique. Il est à remarquer que la plupart des Clypéastres de ces mollasses, dépôt peu profond comme le prouve la présence du genre *Amphiope*, ont subi de fortes

(1) *Terebratula sinuosa* est également assez commune au même niveau dans le *Greensand*, à Malte.

(2) Cette belle et grande espèce se trouve aussi en Calabre.

pressions qui les ont déformés ; ce fait a été également observé par Hermite à Majorque, au cap del Pinar dans les conglomérats à *Clypeaster* et *O. crassissima*. On retrouve en Espagne, notamment dans le bassin de Grenade, ces mêmes mollasses à l'état de calcaires sableux avec conglomérats.

Aux sables à Clypéastres et *Heterostegina* de Calabre, de Malte et de Gozo, correspondent en Algérie des calcaires plus ou moins gréseux à *Lithothamnium* (calcaires à Mélobésies), *Heterostegina*, nombreux Échinides appartenant principalement aux genres *Amphiope*, *Echinolampas*, *Schizaster* et en majeure partie au genre *Clypeaster*, décrits ou cités par Pomel [75], Cotteau, Peron et Gauthier [80], MM. Ficheur [81], Welsch, [89], Brive [91], Gentil [92]. D'autre part, il existe au Maroc des grès à *O. crassissima*, et, non loin de Taourirt, sur l'emplacement du détroit sud-rifain, le lieutenant Natanelli a trouvé en place *Clypeaster altus* Kl. var. *tauricus* Des. [366]. Dans la province de Constantine, Ville [69] a signalé des Clypéastres, parmi lesquels *Clypeaster altus* Klein, dans les grès à *O. crassissima*. Ces formations se retrouvent en Tunisie près du cap Bon. En Égypte et en Marmarique, les calcaires à *Lithothamnium* et *Heterostegina* sont riches en Échinides étudiés par Fuchs [175], Gauthier et Fourtau [183], Gregory [181]. Ce savant [404] parallélise avec le Greensand maltais certains calcaires qui, en Cyrénaïque, contiennent, avec *Scutella* sp., *Hypsoclypeus hemisphaericus* Greg. (= *Echinolampas Pignatarii*, Stefanini). Le Néogène de Cilicie contient notamment *Clypeaster tauricus* Desor. M. Blaukenhorn a cité également des Échinides en Syrie dans des calcaires à *Lithothamnium* et *Heterostegina*. Plus à l'Est, en Perse, près du lac Ourmiah, Abich [104] a signalé des marnes sableuses avec *Clypeaster altus* Klein.

En Crète, les sables calcaires à *Heterostegina depressa* renferment de grands Clypéastres : M. Cayeux, qui a bien voulu me communiquer des Échinides de Crète, a recueilli à ce niveau *Clypeaster altus* Klein et *Clypeaster altus* var. *tauricus* Des. (1). La gangue sableuse à *Heterostegina*, qui a pénétré à l'intérieur de ces échantillons, est tout à fait identique au Greensand de Malte. Bukowski [165 bis] a signalé *Clypeaster alticostatus* Mich. dans des calcaires sableux de l'île de Kasos. Le faciès sableux du Néogène moyen se retrouve au Nord, jalonnant la branche occidentale du « sillon transégéen », aux environs de Lapsista et Kastoria, puis au bord du golfe de Saros à Eregli et Myriophyto avec *Ostrea crassissima* : il existe également dans la Roumanie occidentale (massif banatique). Dans la presqu'île de Kertch en Crimée, le calcaire de Tchokrak, surmontant du Schlier, affecte par endroits un faciès sableux. Il y a aussi en Pologne (partie méridionale) des sables à *O. crassissima* avec la faune de Grund (Autriche). Dans ces derniers gisements, les Échinides font défaut, ou du moins sont fort rares.

FACIÈS MOLLASSIQUES PLUS SPÉCIALEMENT CALCAIRES. — Ces faciès, également très répandus durant le Néogène moyen, appartiennent encore à la zone néritique. C'est surtout aux mollasses calcaires ou grésocalcaires que s'applique le terme « Vindobonien » créé par M. Depéret, ce qui exprime la difficulté, sinon l'impossibilité, de les classer soit dans l'Helvétien, soit dans le Tortonien. Ces dépôts, d'ailleurs fort hétérogènes, se sont

(1) Le type de cette espèce provient du Mont Taurus (Asie Mineure). Simonelli [166] a cité également *Clypeaster pyramidalis* Mich. en Crète.

souvent effectués à une profondeur intermédiaire entre le Tortonien bathyal ou sub-bathyal et l'Helvétien néritique peu profond ou sub-littoral et renferment par conséquent une faune marine ayant vécu dans des conditions différentes.

En général, les mollasses vindoboniennes sont des grès plus ou moins calcaires ou argileux, riches en algues calcaires (*Lithothamnium*) ; de même que les mollasses burdigaliennes, ces formations représentent des dépôts néritiques (zone des Corallines et des Bryozoaires). Ce sont, d'ailleurs, parfois de véritables formations coralligènes comme celles étudiées par Bukowski dans l'île de Kasos, ou encore la mollasse coralligène de Sériège, près Cruzy (Hérault), qui renferme en abondance un Échinide spécial, *Echinometra miocenica* de Lor., ayant prospéré là dans les mêmes conditions que son congénère actuel, l'*Echinometra lukunter* Bl., très commun jusqu'à 32 mètres de profondeur parmi les récifs coralliens de la mer Rouge notamment.

Les mollasses sont souvent subordonnées à des conglomérats littoraux qui attestent la proximité de falaises, au pied desquelles les galets roulés provenant de leur démolition s'accumulaient, tandis qu'à la partie inférieure se déposaient des éléments variés suivant la pente plus ou moins rapide. Je me bornerai à citer quelques exemples parmi les plus typiques de ces formations.

En Autriche, le calcaire de la Leitha (*Leithakalk*) est un bon type général des mollasses vindoboniennes. A Baden et Kalksburg, près Vienne, il présente des conglomérats avec Échinides. Ces conglomérats, qu'on voit buter près de l'église de Kalksburg



Fig. 8. — Coupe d'une exploitation à Kalksburg, près Vienne (Autriche).

contre de la dolomie triasique (*Rauh-wacke*), sont directement superposés à des sables marins (*Tegel*), ainsi que le montre la coupe ci-contre relevée dans une exploitation à Kalksburg, près de la route menant à Liesing :

4. — Conglomérat du *Leithakalk* avec très gros galets et quelques débris d'Huîtres.

3. — Conglomérat du *Leithakalk* (éléments de taille moyenne) avec *Clypeaster Partschi* Mich (1), *Scutella* cf. *vindobonensis* Laube, *Echinolampas hemisphaericus* Lmk., Pectinidés divers, moules internes de Gastropodes (*Conus*) et de grands Pélécy-podes.

2. — *Leithakalk* à l'état de sables quartzeux grossiers (j'y ai recueilli deux exemplaires du *Schizaster Karreri* Laube, qui pourraient peut-être avoir été remaniés du « *tegel* » sous-jacent).

1. — Sables fins marneux ferrugineux constituant le *Tegel*, avec nombreux bois flottés

(1) Ce même conglomérat m'a fourni à Baden *Clypeaster grandiflorus* Bronn.

perforés par *Teredo norvegica* Spengler (magnifiques exemplaires), moules internes de *Cardium* cf. *discrepans* Bast. var. *dertogibba* Sacco, Lucines, Turritelles, Bryozoaires.

Une carrière voisine montre des intercalations de calcaires contenant des petits galets avec Clypéastres et de sables grossiers dans les sables marneux dits *Tegel*. C'est ici un faciès du Leithakalk essentiellement littoral. En d'autres points, comme à Mannersdorf au pied du Leitha Gebirge, le Leithakalk est constitué par des calcaires compacts, parfois des calcaires en plaquettes où abondent les Nullipores (*Lithothamnium ramosissimum*), les Échinides, Polypiers, dents de Squales, Pélécypodes et Gastropodes généralement à l'état de moules internes. Ces faciès s'étendent au Nord jusque dans la Silésie prussienne, à l'Est en Hongrie, Transylvanie, Roumanie orientale, à l'Ouest en Styrie et Carinthie, au Sud en Croatie, dans le N. W. de la Serbie et le S. W. de la Macédoine.

En France, la mollasse grésocalcaire de Cucuron (Vaucluse), présentant également un faciès néritique, est comparable au Leithakalk, ainsi que l'a démontré M. Depéret : les Clypéastres y sont fort rares, mais on y trouve d'autres Échinides, dont certains de grande taille, tels l'*Echinolampas hemisphæricus* Lmk., mutation de grande taille différant ici de la forme type commune dans le Burdigalien supérieur, et *Scutella subrotunda* Lmk., sous forme d'une mutation qui rappelle les dimensions de la *Scutella vindobonensis* Laube.

Des mollasses calcaires vindoboniennes analogues aux précédentes, avec Échinides, sont connues en Toscane. Celles de Corse, Sardaigne, Baléares, Espagne, Algérie, etc., ont été citées plus haut. Il reste à noter comme faciès mollassique essentiellement calcaire l'*Upper Coralline Limestone* des îles de Malte et Gozo.

L'*Upper Coralline Limestone*, également nommé *Zonkor* en langue maltaise, présente, de même que le Leithakalk auquel il a été assimilé par Fuchs, différentes variétés de calcaires. Les Échinides qu'il renferme sont :

- Dorocidaris melitensis* Wr. (*Cidaris*) ;
- Schizechinus Duciei* Wr. (*Echinus*) ;
- Psammechinus tortonicus* Greg. ;
- Echinoneus melitensis* Wr. (*Amblypygus*) ;
- Echinolampas hemisphæricus* Lmk. (*Clypeaster*) (1) ;
- Clypeaster acuminatus* Des. et var. *Reidii* Wr. ;
- Schizaster Scillæ* Desm. (*Spatangus*) (?) ;
- Schizobrissus latus* Wr. (*Brissus*) ;
- Brissopsis Duciei* Wr. ;
- Brissus depressus* Greg. ;
- Macropneustes imbricatus* Wr. (*Brissus*) ;
- Trachyspatangus tuberculatus* Wr. (*Brissus*).

FACIÈS MARNO-SABLEUX OU ARGILEUX. — Ce faciès bathyal, constituant le Tortonien proprement dit, est, en général, remarquable par l'abondance des Pleurotomes et l'absence presque absolue des Échinides. Les marnes des environs de Tortone, si riches en Gastropodes ou Pélécypodes et qui sont un type classique du faciès, ne renferment que quelques

(1) Peut-être une mutation de la forme type ? Je n'en ai pas vu d'exemplaires.

radioles très rares : il en est de même pour le Piémont et le versant adriatique de l'Apennin offrant parfois, suivant M. Sacco, un type de zone coralligène.

En France, les marnes sableuses de Cabrières d'Aigues (Vaucluse) ne renferment que de petites radioles aciculaires attribuables au genre *Psammechinus*, sans aucun autre Échinide. Fontannes [231] a cependant cité *Schizaster Scillæ* comme étant assez commun dans les marnes grises à *Cardita Jouanneti* du bassin de Visan (Vaucluse); mais il convient de faire quelques réserves à ce sujet et, en tout cas, l'attribution spécifique est certainement inexacte. Dans le Gard et l'Hérault, les marnes bleues tortoniennes sont, à ma connaissance, dépourvues d'Échinides.

Le faciès marneux tortonien se retrouve en Autriche, dans le bassin intra-alpin de Vienne, bien développé, sous forme d'argiles bleues à peu près pures, ayant un caractère beaucoup plus nettement bathyal que dans la vallée du Rhône, en France. Les argiles de Baden, en particulier, dites *Tegel*, très fines, légèrement gypsifères, non sableuses, avec de nombreux Pleurotomes, sont excessivement pauvres en Échinides; des recherches minutieuses dans les nombreuses exploitations, faites avec M. P. Jodot, ne nous ont procuré qu'une seule radiole de Cidaridé. On constate la même pauvreté en Échinides à Gainfarn et Grinzing, où les marnes plus sableuses, indiquant par conséquent un dépôt un peu moins profond, sont plus sensiblement comparables à celles de Cabrières par leur faciès et par leur faune. Ces mêmes *Tegel* sans Échinides se retrouvent au Nord, en Bohême, jusque dans la Silésie prussienne, et au Sud, dans la forêt de Bakony. On connaît encore le Tortonien argileux en Pologne méridionale, dans la province de Kielce, à Korytnica en Podolie, la Transylvanie, le N. W. de la Serbie, la Bulgarie orientale, le Massif Banatique, les Balkans, la presqu'île de Kertch. Ce faciès existe également dans les îles de Crète et de Sardaigne, puis en Espagne (Catalogne et bassin de Grenade). Le Tortonien marneux (Helvétien moyen de Pomel) est enfin bien développé en Algérie : dans le massif de Milianah, le bassin de Bou-Medfa, les vallées du Chélif, de l'Oued Zedhin, de l'Oued Riou, ces marnes, particulièrement fossilifères, offrent une faune analogue à celle des marnes de Cucuron, sans Échinides.

Partout où ils sont connus, les sédiments marno-sableux ou argileux tortoniens, très fossilifères, sont caractérisés par l'abondance des Pleurotomes. A quelles causes peut donc être attribuée, sinon l'absence absolue, du moins l'extrême rareté (fragments ou radioles indéterminables spécifiquement) des Échinides en de pareils milieux? Évidemment, les conditions de milieu leur étaient défavorables en raison de la profondeur à laquelle se sont effectués ces dépôts qui, souvent, sont à l'état d'argiles pures non mélangées de sables vasards, tel le *Tegel* de Baden (Autriche). L'ensemble de ces marnes plus ou moins sableuses ou argileuses correspond aux sables vasards et vases gluantes, constituant actuellement la zone bathyale proprement dite ou zone des Brachiopodes, Pleurotomes et Coraux (*Dendrophyllia*), et il faut noter que le niveau des marnes à *Brissopsis* leur est immédiatement inférieur. Le genre *Brissopsis*, inconnu dans le Tortonien marneux, caractérise surtout les marnes du Schlier et les argiles plaisanciennes, dépôts un peu plus profonds.

Sahélien.

Cette formation, considérée comme étant l'équivalent marin du régime saumâtre ou terrestre Pontien, n'est connue jusqu'ici que dans le Maroc septentrional, en Algérie (Sahel d'Oran, bassins du Chélif et du Dahra, Sahel d'Alger), en Attique, dans l'île de Crète, en Syrie (?). — Dans le Sahel d'Oran, où Pomel en a pris le type, on distingue deux faciès : l'un marneux, sans Échinides (marnes de Carnot) ; l'autre mollassique calcaire, avec *Lithothamnium* et nombreux Échinides, notamment des Clypéastres (quatrième niveau à Échinides de Pomel). N'ayant parcouru personnellement aucune de ces régions, je rappelle que des listes détaillées d'Échinides sahéliens des localités classiques ont été données principalement par MM. Brive [91] et Gentil [92]. Outre les Échinides décrits par Pomel, d'autres espèces appartenant à cette formation ont été publiées par Cotteau, Peron et Gauthier [80], qui les classaient dans le Pliocène.

Les couches à Échinides du Sahélien d'Algérie sont à l'état de calcaires à *Lithothamnium* ou de marnes blanches calcaires : les *Brissopsis*, *Schizaster*, se trouveraient exclusivement dans ces dernières, tandis que les calcaires contiennent surtout des Clypéastres dont certains, tels *Clypeaster simus* Pomel, *Clypeaster sinuatus* Pomel, rappellent beaucoup des espèces helvétiques, si même ils ne font pas double emploi. L'ensemble des Échinides décrits du Sahélien dénote un dépôt néritique ayant pu atteindre en quelques endroits une profondeur assez considérable, ainsi que semble le témoigner l'abondance remarquable des *Brissopsis* dans les marnes calcaires.

CLASSIFICATION BATHYMÉTRIQUE DES DIVERS FACIÈS DU NÉOGÈNE MOYEN ET RÉPARTITION DES ÉCHINIDES, SUIVANT LES PROFONDEURS DES DÉPÔTS. — On peut distinguer pour cette période trois faciès principaux : 1^o faciès sableux (helvétien) ; 2^o faciès mollassique ; 3^o faciès marneux (tortonien). Ces faciès sont loin d'être homogènes et de correspondre à des niveaux bathymétriques identiques. En considérant plus spécialement les Échinides, on peut essayer de faire les subdivisions suivantes :

1^o Sables essentiellement littoraux, véritables dépôts de plages ou d'estuaires, avec fossiles souvent usés, roulés. Les Pélécy-podes y abondent ainsi que des Gastropodes (parmi lesquels on peut parfois recueillir des *Helix*) ; un peu plus rares sont des fragments de Polypiers ou d'Échinides vivant à une faible profondeur, tels les *Scutella* et *Amphiope*. Dans le Bassin Méditerranéen, les sables de Grund (Autriche) sont un des meilleurs types de ces formations.

2^o Des sables sub-littoraux, faciès de mer agitée par de nombreux courants. Les coquilles y sont toutes fortement triturées. On y trouve notamment des *Amphiope* et quelques rares dents de squales, parfois des débris d'ossements roulés. Je citerai comme exemple le *safre* de Provence, parfois consolidé en véritables bancs mollassiques gréseux (1).

3^o Les marnes fortement sableuses helvétiques, telles que celles de Nissan (Hérault), qui contiennent à leur partie supérieure *O. crassissima* Lmk., puis *Amphiope bioculata* Ag. et *Scutella Jacquemeti*, correspondent à peu près à la même zone, peut-être un peu

(1) Ces formations correspondent exactement à l'ancienne dénomination de *falunien* de d'Orbigny.

plus profonde ; en tout cas, c'est un dépôt marin dénotant des eaux très peu agitées.

4^o Une seconde série de sables souvent ferrugineux, très calcaires, fait aussi partie de la zone néritique ; mais ici la glauconie qui y abonde par places indique une profondeur assez considérable. Tels sont les sables ou calcaires à *Heterostegina* de Malte (Greensand), de Calabre, de Crète, etc. Le genre *Clypeaster* y atteint son maximum de taille et présente de nombreuses variétés spécifiques : on y trouve également des Échinolampadidés de grande taille (*Hypsoclypus* Pomel, *Heteroclypeus* Cott.).

5^o Les mollasses plus franchement calcaires, caractérisées par l'abondance des *Lithothamnium* et Bryozoaires, peuvent correspondre en partie à la zone précédente (par ex. : les calcaires mollassiques à Mélobésies et Hétérostégines d'Algérie, d'Égypte et de Syrie), en partie à la zone des Nullipores ou des Corallines (Leithakalk, mollasse à *Echinometra miocenica* de Lor., de Sériège (Hérault).

6^o Le faciès marneux à Pleurotomes (Tortonien), fait partie de la zone bathyale. C'est la partie supérieure de cette zone, la partie inférieure étant constituée par les argiles à *Brissopsis*, qui font défaut dans les dépôts tortoniens, tandis qu'elles sont assez répandues dans le Néogène supérieur.

Il faut classer hors de cette série les conglomérats, tels que ceux du Leithakalk, qu'on ne rencontre qu'en certains points sur les bords du Bassin, là où existaient des falaises (Kalksburg, Baden près Vienne, par exemple).

Néogène supérieur.

Astien et Plaisancien.

Tant au point de vue stratigraphique qu'au point de vue paléontologique, et suivant d'ailleurs l'opinion de nombreux géologues, le Plaisancien et l'Astien doivent être considérés, non pas comme appartenant à deux étages distincts, mais seulement comme deux faciès correspondant à des niveaux bathymétriques différents d'une même formation marine. Les sables astiens, toujours superposés, là où ils existent, aux argiles ou marnes plaisanciennes, représentent un dépôt néritique sublittoral, tandis que les argiles sont un dépôt essentiellement bathyal. Ce sont, en somme, les équivalents assez exacts au point de vue bathymétrique des sables helvétiques et des marnes tortoniennes ou des marnes du Schlier. Il y a, d'ailleurs, des intermédiaires entre les sables astiens et les argiles plaisanciennes ; tels sont, par exemple, les sables à Clypéastres de Gizeh (Égypte), les grès ou sables siliceux de la plaine du Chélif, parfois de véritables mollasses, comme la mollasse de Mustapha aux environs d'Alger, qui ne peuvent se ranger ni dans l'Astien ni dans le Plaisancien typiques, mais sont également des sédiments marins appartenant au Néogène supérieur. Ces niveaux intermédiaires qui sont les plus riches en Échinides, sont plutôt exceptionnels durant cette période ; d'ailleurs la faune échinitique méditerranéenne du Néogène supérieur est un peu moins riche que durant le Néogène moyen.

En France, le Néogène supérieur est bien représenté, vers le bord du Bassin Méditerranéen qui comprend le Roussillon, la vallée du Rhône, les Alpes-Maritimes. Dans les

argiles sableuses de Millas (Pyrénées-Orientales), M. Depéret a signalé un *Schizaster* sous le nom de *Schizaster Scillæ* (1) [234]. Ce même *Schizaster* se trouve dans les argiles de Cessenon, aux environs de Béziers. Dans la vallée du Rhône, les argiles bleues plaisanciennes sont caractérisées dans quelques localités par l'extrême abondance d'un *Amusium* (*P. comitatus* Font.), et d'un *Brissopsis* nommé par Cotteau et Fontannes *Brissopsis crescenticus* Wr. var. *urvensis* Font. (2) à l'état de moules internes, malheureusement presque tous déformés, seul représentant des Échinides dans ces argiles à faciès bathyal. Il faut remarquer qu'en dehors de la vallée du Rhône proprement dite, on ne rencontre pas de *Brissopsis*, soit dans le Plaisancien du Roussillon, soit dans le Plaisancien des Alpes-Maritimes (argiles de Biot, la Gaude, Cannes, environs de Nice). Seul, *Schizaster astensis* Lamb. (3), ainsi que des radioles de Cidaridés attribuées au *Dorocidaris papillata* Leske, ont été recueillis au Fort Carré, près d'Antibes [261], et aux environs de Nice dans des marnes blanches sableuses.

En Italie, le faciès argileux ou marno-sableux est bien développé dans le Piémont, aux environs de Plaisance notamment; on y trouve :

Cidaris Desmoulinsi Sism. (radioles);

Dorocidaris papillata Leske (radioles);

Schizaster braidensis Botto-Mica;

Hemiaster (?) *ovatus* Sism. (à l'état de moules internes, c'est probablement un *Schizaster*);

Brissopsis Borsonii (Sism.) Des.;

Brissopsis lyrifera Ag. (?);

Brissopsis Genei Sism. var. *pliocenica* Botto-Mica (= *Brissopsis pliocenicus* Lamb.);

Aux environs d'Asti (Valle Andona, etc.), les sables contiennent :

Rhabdocidaris rosaria Bronn. (*Cidaris*);

Psammechinus astensis Sism.;

Diadema Desori Reuss;

Echinocyamus pusillus Gray;

Schizaster astensis Lamb. (= *Schiz. Scillæ* auct.);

Schizaster major Des. (*Hemiaster*);

Spatangus Rovasendai Airag.;

Spatangus purpureus Mull.

Le Néogène supérieur avec ses deux faciès, Plaisancien et Astien, existe sur le versant adriatique de l'Apennin et dans les îles de Tremiti, Pelagosa, Pianosa : il faut remarquer que Simonelli [307 bis] a cité de Pianosa *Clypeaster altus* Klein dans le Plio-

(1) *Schizaster Scillæ* est une espèce fréquemment citée, en effet, dans les sables astiens; mais M. J. Lambert a montré que ces *Schizaster* astiens différaient du *Schizaster eurynotus* Ag. in Sism. (= *Sch. Scillæ* auct.) et du *Schizaster Scillæ* figuré par Scilla (= *Schiz. Parkinsoni* Deffr.): il leur a donné le nom de *Schizaster astensis* [216].

(2) Ce *Brissopsis*, sans doute différent du *Brissopsis crescenticus* se trouvant à Malte dans le *Globigerina Limestone*, en Corse et Sardaigne dans le Burdigalien, me paraît voisin de certains *Brissopsis*, également à l'état de moules internes, du Plaisancien d'Italie pour lesquels M. Lambert a proposé le nom de *Brissopsis pliocenicus* [216].

(3) Le *Schizaster* des argiles de Biot, dont il existe au Muséum (galeries de Paléontologie) plusieurs exemplaires provenant de la collection Dupontailier, est identique aux *Schizaster astensis* Lamb. des environs d'Asti, également à l'état de moules internes.

cène. Sur le versant méditerranéen, en Toscane, à San Miniato, *Clypeaster altus* Klein se rencontrerait également dans le Néogène supérieur (1). Les marnes du Vatican (province de Rome) renferment, d'après Ponzi : *Cidaris remiger* Ponzi, espèce déjà nommée par Van den Hecke, *Brissopsis Genei* Sism., *Hemiaster canaliferus* d'Orb. (2). En Calabre et en Sicile, aux faciès marneux plaisanciens et sableux astien s'ajoute un faciès également peu profond, constituant le Zancéen de Seguenza. Les marnes ne paraissent pas avoir fourni des *Brissopsis*; les sables sont riches en Cidaridés et Échinien : parmi ces derniers, *Stirechinus Scillæ* Desor serait associé, d'après Seguenza, à *Clypeaster altus* Klein. Le Zancéen proprement dit est constitué par des conglomérats, sables et calcaires grossiers caractérisés par un Clypéastre, *Clypeaster ægyptiacus* Wr. (= *Clypeaster pliocenicus* Seg.). Cette espèce est connue au même niveau et dans des formations analogues :

1° En Égypte (sables à Clypéastres au sud des pyramides de Gizeh). *Clypeaster ægyptiacus* Wr. s'y trouve associé, au Kom-el-Chelloul, à l'*Echinolampas Meslei* Gauth. et à l'*Echinocardium Saccoi* Gauth.

2° En Tunisie, dans la presqu'île du cap Bon, avec *Echinolampas Hoffmanni* Desor.

3° Dans l'île de Cerigo ou Citera, des assises sableuses pliocènes contiennent *Clypeaster ægyptiacus* Wr., *Clypeaster altus* Klein (signalé par M. B. Nelli [270]), *Echinolampas cythereus* Stefanini [271].

Il n'a pas été signalé d'Échinides en Corse, dans le Pliocène d'Aléria, et mes recherches aux environs immédiats de cette localité où des marnes bleues offrent une faune principalement composée de Foraminifères, Pleurotomes, petits Pectinidés, *Corbula gibba* Ol., *Chenopus*, etc., ne m'en ont procuré aucun fragment (3).

Le Néogène supérieur sous ses deux faciès, Astien et Plaisancien, paraît également pauvre en Échinides dans la Catalogne et l'Espagne méridionale (environs de Malaga) ; M. R. Douvillé a cependant signalé en Andalousie, dans le Pliocène d'Espeluy, *Brissopsis* sp.

Dans le Maroc septentrional, à Tétouan, des argiles sableuses contiennent une riche faune reconnue plaisancienne par M. Boistel : parmi les échantillons étudiés au Muséum par ce savant, j'ai noté des fragments d'un grand Clypéastre indéterminable ; peut-être s'agit-il du *Clypeaster ægyptiacus* Wr. Le Néogène supérieur se poursuit en Algérie avec un faciès néritique dans le Sahel d'Oran où M. L. Gentil [92] a signalé *Echinolampas Hoffmanni* Desor dans des grès et sables siliceux près de Madar. Dans la plaine du Chélif, M. Brive [91] cite les Échinides suivants, également signalés par Ville [69]. Nicaise [73] et Pomel [75] à Orléansville et dans le Sahel d'Alger :

Anapesus afer Pomel (4) ;

(1) *Clypeaster altus* Klein, cité également dans le Zancéen de Calabre, serait donc une espèce persistant dans le Néogène supérieur ; malheureusement aucun de ces échantillons de Pianosa, de la Toscane ou de Calabre, n'a encore été figuré ; toutefois on ne doit pas s'étonner de retrouver dans le Néogène supérieur cette espèce, si commune dans le Néogène moyen, persistant dans certains milieux favorables.

(2) Cette espèce, créée par d'Orbigny dans le *Prodrome de Paléontologie*, p. 188, ne se rapporte ni au *Schizaster canaliferus* Sism., ni à l'*Hemiaster major* Des. D'après les figures de Ponzi, cette espèce des marnes du Vatican paraît être *Brissopsis ovatus* Sism., que M. Airaghi considère comme étant un *Hemiaster*.

(3) Peut-être, en raison de la présence des Pleurotomes, ces marnes devraient-elles se placer sur l'horizon de celles de Baden (Autriche). De plus, je dois dire que je n'y ai pas recueilli certaines espèces bien communes dans tous les gisements marneux plaisanciens, par exemple *Nassa semistriata* Br.

(4) Nous ne tenons pas compte dans cette liste des espèces de Pomel, non encore figurées.

Schizechinus serialis Pom. (*Anapesus*) ;

Echinolampas algirus Pom. ;

Opissaster declivis Pom. ;

Schizaster speciosus Pom. ;

Schizaster maurus Pom. ;

Spatangus subinermis Pom. ;

Brissopsis tuberculatus Pom. ;

La faune d'Échinides est encore plus riche aux environs d'Alger (mollasse de Mustapha). Outre les espèces précédentes, on y trouve, d'après Cotteau, Peron et Gauthier [80] :

Cidaris pseudo-hystrix Pom. ;

Cidaris prionopleura Pom. ;

Cidaris Desmoulinsi Sism. ;

Psammechinus mustapha Cott., Per., Gauth. ;

Arbacia Nicaisei Pom. ;

Echinus Durandoi Pom. ;

Echinus algirus Pom. ;

Schizechinus angulosus Pom. (*Anapesus*) ;

Spatangus pauper Pom.

Nous n'avons plus guère à citer, après ces beaux gisements à Échinides de l'Algérie que le classique gisement des sables à *Clypeaster ægyptiacus* Wr. au Kom-el-Chelloul, près Gizeh (Égypte). Enfin, dans l'île de Chypre, aux environs de Mavrospilios [153], Gaudry a recueilli *Cidaris Desmoulinsi* Sism. (radioles), *Echinocyamus Studeri* Sism., *Echinolampas Hoffmanni* Des (1).

Le Néogène marin supérieur paraît dépourvu d'Échinides dans les autres gisements méditerranéens orientaux, notamment dans les îles de Crète, Corfou, Zante, la Grèce (Laconie, Messénie, Achaïe, Acarnanie), l'Albanie.

Considérations générales sur la distribution des Échinides dans les divers étages du Néogène méditerranéen.

NÉOGÈNE INFÉRIEUR. — Les gisements marins de l'étage *Aquitainien* contenant des Échinides sont peu nombreux. En raison sans doute de leur faciès propre, chacun de ces gisements offre des faunes d'Échinides assez différentes. Les Réguliers, principalement représentés par les genres *Cidaris* et *Psammechinus*, n'y jouent qu'un rôle secondaire : il faut noter l'apparition du genre *Echinoneus* van Phelsum et du genre *Parasalenia* Ag., dont une espèce, *Parasalenia Fontannesii* Cott., abonde dans les couches à Lépidocyclines de Carry-Sausset (Bouches-du-Rhône) (2). Parmi les Irréguliers dominant déjà les *Scutelles*, les *Clypéastes*; un peu moins communs sont les *Amphiope*, *Brissus* (de petite taille),

(1) Je me suis assuré que l'exemplaire recueilli par M. Gaudry à Mavrospilios et conservé au Muséum (collections de Paléontologie) n'est pas *Echinolampas hemisphæricus* Lmk., mais se rapporte à l'*Echinolampas Hoffmanni* Des.

(2) *Parasalenia* et *Echinoneus* vivent actuellement parmi les Coraux et les *Lithothamnium*, surtout vers 36 mètres de profondeur.

Schizaster, *Spatangus*, *Echinolampas*. Tous ces genres, apparus dès l'Éocène, présentent encore dans l'Aquitaniens des caractères archaïques.

Les formations mollassiques néritiques gréseuses ou calcaires avec *Lithothamnium*, fort répandues dans le *Burdigalien* marin méditerranéen, constituaient des milieux favorables aux Échinides. Les Réguliers sont toujours des Cidaridés et des Psamméchinien ; les genres *Tripneustes* Ag. *Arbacina* Pomel, *Prionechinus* font leur apparition ; *Centrostephanus* Peters est également représenté. Les Irréguliers sont encore plus nombreux : on remarque une augmentation notable de la taille chez certaines espèces appartenant aux genres *Scutella* Lmk., *Clypeaster* Lmk., *Echinolampas* Gray, *Spatangus* Kl., *Brissus* Kl., etc. — Continuant leur évolution, les Irréguliers en général achèvent de perdre les caractères archaïques qui persistaient dans l'Aquitaniens. C'est ainsi que des Échinolampadidés de taille moyenne ou petite, pour lesquels ont été créés les genres *Tristomanthus* Bittner, *Milletia* Duncan, n'ont plus que trois pores génitaux. Cette diminution dans le nombre des pores génitaux et l'apex ethmolyse qui se constatent dans la famille des *Brissidæ* dès l'Éocène, sont caractéristiques au *Burdigalien* des genres *Opissaster* Pom. et *Trachyaster* Pom. ; on trouve aussi, à côté de véritables *Schizaster* Ag. munis de quatre pores génitaux, certains *Schizaster* n'ayant plus que deux pores génitaux appartenant au sous-genre *Brisaster* Gray. Dans la tribu des *Brissopsinæ*, le sous-genre *Brissoma* Pom. à ambulacres paires divergents ne diffère pas réellement des véritables *Brissopsis* Ag. de l'Éocène, à ambulacres rapprochés en forme de croissant. Ces *Brissopsis* caractérisent, ainsi que quelques autres genres spéciaux, *Toxopatagus* Pom. *Dictyaster* Stéfanini, etc., les dépôts de profondeur correspondant à la zone bathyale (Schlier).

NÉOGÈNE MOYEN. — Les *Amphiope* prédominent dans les sables de l'Helvétien, ainsi que des représentants du genre *Scutella* qui sont souvent de grande taille dans les mollasses vindoboniennes. Les sables à Hétérostégines, plus profonds que les sables à *Amphiope* et les mollasses gréseuses ou calcaires, contiennent principalement de grands Clypeâtres : le genre *Clypeaster* Lmk., alors à son apogée dans le Bassin Méditerranéen, atteint ses plus grandes dimensions, soit en largeur (ex. : *Clypeaster marginatus* Lmk.), soit surtout en hauteur, en même temps que le test s'épaissit et que se développent à l'intérieur les piliers, organes de soutien (ex. : *Clypeaster altus* Lmk., avec les variétés *portentosus* Desm., *pyramidalis* Mich., *tauricus* Des.). Il faut noter aussi la grande taille de certains *Echinolampas* Gr., des *Hypsoclypus* Pom., *Heteroclypeus* Cott., et de quelques *Brissidæ*. Tous les genres représentés dans le *Burdigalien* persistent, mais aucun nouveau genre important n'apparaît.

NÉOGÈNE SUPÉRIEUR. — Cette époque est marquée par un appauvrissement notable de la faune échinitique méditerranéenne. Parmi les Irréguliers toujours prédominants, les genres *Scutella* et *Amphiope*, si répandus à l'époque précédente, ont définitivement disparu. D'autres genres, qui étaient non moins importants, vont bientôt émigrer dans le Pacifique ou l'océan Indien et ne sont plus représentés dans le Néogène supérieur méditerranéen que par de rares espèces ne présentant plus les dimensions majestueuses de leurs congénères du Néogène moyen : tels sont les genres *Clypeaster* Lmk. avec *Clypeaster ægyptiacus* Wr., *Echinolampas* Gray avec *Echinolampas Hoffmanni* Des. Il faut encore

citer le genre *Brissopsis* Ag. qui caractérise les argiles bathyales plaisanciennes.

La faune d'Échinides actuels de la Méditerranée, qui fait partie de la Province Atlantique, est caractérisée de nos jours par les genres *Dorocidaris* Ag., *Echinus* Rond., *Psammechinus* Ag. *Sphærechinus* Desor, *Strongylocentrotus* Brandt, *Arbacia* Gray, *Arbacia* Pom., *Schizaster* Ag., *Spatangus* Kl., *Brissus* Kl., *Brissopsis* Ag., *Echinocardium* Gray, *Echinocyamus* von Phels. ; tous ces genres, à part *Sphærechinus* qui paraît n'être connu de façon certaine que dans le Post-pliocène et *Arbacia* Gray seulement actuel, existent tous dans le Bassin Méditerranéen durant le Néogène supérieur. — L'appauvrissement en Échinides des fonds marins méditerranéens que nous constatons dès le Néogène supérieur va en augmentant dans le Post-Pliocène et le Quaternaire. Actuellement les genres *Echinolampas* et *Clypeaster* ont définitivement émigré de la Méditerranée : *Dorocidaris*, *Arbacia*, *Schizaster*, *Echinocardium*, *Spatangus*, *Brissus*, *Brissopsis*, *Echinocyamus* ne sont représentés chacun que par une seule espèce; seuls, les Oligopores, *Echinus*, *Psammechinus*, et les Polypores, *Sphærechinus*, *Strongylocentrotus*, abondent, sinon en espèces, du moins en individus.

CHAPITRE II

LES ÉCHINIDES NÉOGÈNES DU BASSIN MÉDITERRANÉEN LEUR RÉPARTITION STRATIGRAPHIQUE ET GÉOGRAPHIQUE.

Les Échinides ont été et sont encore l'objet de classifications variées suivant l'importance attachée par les auteurs à divers détails d'organisation, appareil masticateur, appareil apical, forme et position du péristome, du périprocte, etc. Il faut bien avouer que ces classifications sont plus ou moins artificielles et ne peuvent être pleinement satisfaisantes pour l'esprit : en effet, tel organe, ou tel détail de structure du test, paraissant très caractéristiques dans un groupe, peuvent n'avoir qu'une importance secondaire dans un autre groupe où prédominent, au contraire, d'autres caractères.

L'« ordre naturel des oursins de mer », suivant l'expression de Klein, semble d'ailleurs de plus en plus compliqué, à mesure que se multiplient les genres, sous-genres, espèces, groupes ou sections à l'aide desquels on veut distinguer par des dénominations spéciales les moindres variantes d'un test aussi plastique que celui des Échinides. Cette complication de leur Nomenclature n'est évidemment qu'apparente : elle est due uniquement à l'importance exagérée trop souvent attribuée aux plus minimes détails d'organisation ou de structure. A mesure que nos connaissances progressent et que les matériaux s'accumulent, des intermédiaires apparaissent en même temps que diminue l'importance de certains caractères autrefois considérés comme spécifiques, subgénériques ou même génériques, ce qui entraîne la fusion d'espèces ou même de genres et rétablit peu à peu le véritable ordre hiérarchique des divers caractères. — Une classification ne peut être naturelle que si elle repose sur un *ensemble* de caractères convenablement choisis : en ce qui concerne les Échinides, la difficulté est d'établir leur valeur générique ou spécifique, surtout en s'aidant de la phylogénie. A ce point de vue, la connaissance et l'étude des stades immédiatement post-embryonnaires, souvent fort différents des stades ultérieurs (il ne peut être question en Paléontologie des stades larvaires), étude malheureusement trop peu avancée encore chez beaucoup d'espèces, promettent d'éclairer assez bien la phylogénie des Échinides et permettront sans doute plus tard d'établir leur classification sur des bases moins artificielles.

Passant en revue dans ce travail les Échinides du Néogène Méditerranéen, j'ai cru devoir suivre l'ordre adopté dans les traités classiques de F. Bernard, Munier-Chalmas, Zittel, qui est assez généralement usité. Le plan général de symétrie et la disposition de l'appareil masticateur sont les principales bases de cette classification : les grandes coupures ainsi établies ne sauraient toutefois être absolues, car il existe des intermédiaires,

tel par exemple l'*Echinoneus cyclostomus* Leske, dont les jeunes exemplaires de 5 à 6 millimètres sont munis d'un appareil masticateur qui disparaît totalement plus tard, en sorte que les jeunes sont gnathostomes, tandis que les adultes sont atélostomes (1). Parmi les Endocycles, les *Echinometridæ* Gray, polypores à test de forme ovale, sont déjà en quelque sorte des Irréguliers, car le plan de symétrie, passant par l'ambulacre impair et l'interambulacre postérieur, détermine la véritable symétrie bilatérale qui est la règle chez tous les Exocycles. — Le Néogène méditerranéen est caractérisé par les Endocycles diplacidés, *Cidaridæ* Gray, *Echinidæ* Wr., oligopores ou polypores, et surtout par les Exocycles parmi lesquels dominent les Gnathostomes hétérognathes et les Atélostomes.

J'ai cherché à dresser la liste aussi complète que possible des Échinides néogènes actuellement décrits du Bassin Méditerranéen, en essayant d'indiquer pour chaque espèce son extension géographique et stratigraphique. Je ne me dissimule pas, sans doute, que d'inévitables erreurs ne se soient glissées en ce qui concerne cette double répartition, car il est bien certain qu'un certain nombre d'espèces, parmi les Clypéastres en particulier, ont été interprétées de façon différente par les divers auteurs. Pour cette raison, j'ai simplement indiqué soit « Néogène inférieur » (= Aquitanien-Burdigalien), soit « Néogène moyen » (= Schlier-Vindobonien-Sahélien), soit « Néogène supérieur » (= Plaisancien-Astien). — J'ai compris le « Schlier » dans le Néogène moyen ; mais je dois faire remarquer qu'un certain nombre d'espèces du Schlier se trouvent déjà dans le Néogène inférieur. — Je n'ai pas cité les espèces du Stampien ou du Tongrien qui appartiennent à la période Oligocène. Un assez grand nombre d'espèces m'ont paru, au surplus, ne pas devoir être mentionnées : celles restées purement nominales ou bien décrites sans figuration, ce qui est malheureusement le cas par exemple d'assez nombreuses espèces algériennes décrites par Pomel. Conformément aux décisions des Congrès, seules les espèces figurées sont valables ; d'autre part, on ne peut s'appuyer que sur des figures satisfaisantes (ce qui n'est pas toujours le cas des ouvrages anciens) ou représentant des échantillons sur lesquels tous les caractères soient bien visibles. Trop souvent, à mon avis, des espèces ont été créées pour des Échinides ayant subi des déformations ou montrant imparfaitement tous les caractères, dont au surplus un unique échantillon était connu. Le nombre des espèces citées dans la liste suivante s'élève à plus de cinq cents : j'estime que ce nombre devrait être et sera certainement réduit au fur et à mesure que de nouveaux matériaux nous permettront d'apprécier plus exactement les caractères spécifiques, ainsi que je le démontre pour quelques espèces dans la suite de ce travail. Je tenais à présenter ces observations indispensables avant d'énumérer succinctement les représentants de la belle faune échinitique qui peuplait à l'époque Néogène le Bassin Méditerranéen.

(1) 1909. — AGASSIZ, On the existence of teeth and of a lantern in the genus *Echinoneus* (*Phil. Amer. Journ.* (4), p. 490-492, pl. II). — 1911. — WESTERGRÉN, *Echinoneus* and *Micropetalon* (*Mem. of Comp. Zool. at Harvard Coll.*, vol. XXXIX, t. XV).

ENDOCYCLES

CIDARIDÆ Gray, 1825.

Genre *Cidaris* Rumph, 1705.Type : *Cidaris Mauri* Rumph (actuel).

- Cidaris belgica* Cott. — Piémont. — Néog. moyen (test inconnu).
C. Canavarii de Lor. — Toscane. — Néog. inférieur (test inconnu).
C. Desmoulinsi Sism. — Piémont, Pianosa, Chypre, Algérie. — Néog. supérieur.
C. Eliæ Lamb. — Sardaigne. — Néog. inférieur.
C. fragilis Airag. — Piémont. — Néog. moyen.
C. Hollandei Cott. — Pianosa, Corse, Malte (?). — Néog. inférieur (= *C. oligocenus* Greg. ?).
C. melitensis Wright. — Piémont, Malte, Grèce — Néog. moyen.
C. pungens Pom. — Algérie — Néog. moyen (test inconnu).
C. remiger Van den Hecke. — Monte Vaticano. — Néog. supérieur.
C. sardica Lamb. — Sardaigne. — Néog. moyen.
C. Schwabenhawi Laube. — Autriche, Roumanie. — Néog. moyen.
C. tessurata Meneg. — Toscane, Émilie. — Néog. moyen et supérieur.
C. tribuloides Lmk. (*Cidarites*). — Vallée du Rhône, Pyrénées Orientales, Var, Catalogne. — Néog. supérieur (radioles).

Sous-genre *Cyathocidaris* Lambert, 1910.Type : *Cidaris cyathifera* Ag. (Sénonien).

- Cyathocidaris avenionensis* Desm. (*Cidarites*). — Répandu dans tout le Bassin Méditerranéen. — Néog. inférieur et moyen (= *C. floescens* Airag., = *C. Munsteri* Sism., = *C. stemmacantha* Mazz., = *Leiocidaris thyrsigera* Sim.).

Sous-genre *Dorocidaris* A. Agassiz, 1869.Type : *Cidaris papillata* Leske (actuel).

- Dorocidaris Allardi* Lamb. — Vallée du Rhône, Piémont. — Néog. moyen.
D. balearis Lamb. — Minorque. — Néog. moyen.
D. Deydieri Lamb. — Basses-Alpes. — Néog. moyen (test inconnu).
D. Gatlungæ Lamb. — Vallée du Rhône. — Néog. inférieur.
D. Mariæ Lamb. — Sardaigne. — Néog. inférieur.
D. Mazzettii Stefanini. — Émilie. — Néog. moyen.
D. Mingaudi Lamb. — Gard, Alpes-Maritimes. — Néog. supérieur (test inconnu).

D. papillata Leske (*Cidaris*). — Vallée du Rhône, Alpes-Maritimes, Toscane, Piémont, Algérie. — Néog. supérieur (= *Cidaris pseudohystrix* Pom., non figuré).

Sous-genre **Leiocidaris** Desor, 1856.

Type : *Cidarites imperialis* Lmk. (actuel).

Leiocidaris Adamsi Wright (*Cidaris*). — Malte, Sicile, Égypte. — Néog. inférieur et moyen.

L. Scillæ Wright (*Cidaris*). — Malte, Sardaigne. — Néog. inférieur et moyen.

L. Sismondai Mayer (*Rhabdocidaris*). — Drôme, Alpes-Maritimes, Sardaigne, Malte. — Néog. inférieur et moyen (= *Cidaris Lovisatoi* Cott., *fide* Lambert).

Sous-genre **Sardocidaris** Lambert, 1907.

Type : *Sardocidaris Piæ* Lamb. (Aquitanién).

Sardocidaris Piæ Lamb. — Sardaigne. — Néog. inférieur.

S. Scarabellii Nelli (*Tylocidaris*) — Émilie, San Marino. — Néog. moyen. — (*S. Piæ* Lamb. serait très voisin de *S. Scarabellii* Nelli, *fide* Stefanini).

Sous-genre **Plegiocidaris** Pomel, 1883.

Type : *Echinus coronatus* Schloth. (Rauracien).

Plegiocidaris Cureti Lamb. — Gard. — Néog. inférieur (test inconnu).

P. Peroni Cott. (*Cidaris*) — Gard, Vaucluse, Bouches-du-Rhône, Corse, Sardaigne, Toscane, Piémont, Émilie. — Néog. inférieur et moyen (= *Cidaris Munsteri* Meneg., non Sism.).

P. zea-mays Sism. (*Cidaris*). — Piémont — Néogène moyen (test inconnu).

Genre **Rhabdocidaris** Desor, 1855.

Type : *Cidaris Orbignyi* Ag. (Séquanien).

Rhabdocidaris (?) *compressa* Cott. — Sardaigne. — Néog. moyen (test inconnu, fragments de radioles dépourvus de leur facette articulaire).

R. oxyrine Meneg. — Piémont, Toscane. — Néog. moyen et supérieur (test inconnu).

R. rosaria Bronn (*Cidarites*). — Piémont, Toscane, Émilie, Sardaigne, Algérie. — Néog. moyen et supérieur (= *Cidaris hirta* Mazz., = *Cidaris prionopleura* Pom.).

Il faut remarquer que, parmi les *Cidaridæ* du Néogène méditerranéen, un bon nombre d'espèces ne sont que provisoires, car le test est inconnu. Parmi celles les plus com-

munes, *C. avenionensis* ne dépasse pas le Néogène moyen. Le Néogène supérieur méditerranéen est surtout caractérisé par *C. tribuloides* et *Dorocidaris papillata* qui vit encore actuellement dans la Méditerranée par des fonds coralligènes de 80 mètres environ. On sait d'ailleurs que les *Cidaridæ* ont une distribution verticale très étendue : *C. tribuloides* a été recueilli jusque 456 mètres ; *D. papillata* peut descendre à plus de 1.000 mètres de profondeur. Néanmoins les *Cidaridæ* à test garni de fortes et épaisses radioles se rencontrent surtout dans la zone néritique (tel *C. avenionensis* Desm. dont les radioles abondent dans certaines mollasses à *Lithothamnium*), tandis que les radioles de *Cidaridæ*, minces et allongées, ornées de fines et élégantes épines, se trouvent surtout dans les dépôts argileux de profondeur (marnes de Baden, etc.). — Les tests, même à l'état de fragments, sont toujours fort rares, se dissociant facilement, en particulier, chez les *Cidaridæ* de grande taille, tels les *Dorocidaris*.

ECHINOTHURIDÆ W. Thomson, 1874.

Genre **Phormosoma** W. Thomson, 1875.

Type : *Phormosoma placenta* W. Thomson (actuel).

Phormosoma Lovisatoi Lamb. — Sardaigne. — Néog. moyen (radioles en sabot, test inconnu.)

Les genres *Phormosoma* W. Thomson et *Echinothuria* Woodw. sont les plus anciens représentants des *Echinothuridæ* actuels habitant les grandes profondeurs (*P. Uranus* W. Th., 1.038-1.974 mètres) et caractérisés notamment par l'imbrication des plaques du test : ils sont connus dès le Crétacé supérieur. — Duncan a créé pour cette famille des *Echinothuridæ* son sous-ordre des *Streptosomata*.

ARBACIADÆ Gray, 1855.

Genre **Cælopleurus** Agassiz, 1840.

Type : *Cidaris coronalis* Klein (Éocène moyen).

Cælopleurus Tietzei Fuchs. — Perse. — Néog. inférieur.

Ce genre, assez abondant dans l'Éocène, est jusqu'à présent très peu connu dans le Néogène méditerranéen. Actuellement les *Cælopleurus* ont été parfois recueillis à de grandes profondeurs (*C. floridanus* Ag., 102-2.419 mètres).

Genre **Micropeltis** Pomel, 1883.

Type : *Leiosoma Tournoueri* Cott. (Sénonien).

Micropeltis Isseli Airag. — Piémont. — Néog. moyen.

DIADEMATIDÆ Peters, 1855.

Genre **Diadema** Schynvoet, 1711.Type : *Diadema turcarum* (actuel).*Diadema* (?) *Ficheuri* Pom. — Algérie. — Néog. moyen (test inconnu). — (= *D. sahelense* Pom.?).*D. Regnyi* Lamb. — Sardaigne. — Néog. moyen (test inconnu).Genre **Centrostephanus** Peters, 1855.Type : *Diadema longispinum* Philippi (actuel).*Centrostephanus Airaghii* Lamb. — Sardaigne. — Néog. moyen (test inconnu).*C. calarensis* Cott. (*Diadema*). — Sardaigne. — Néog. moyen (test inconnu) (= *D. Desori* Reuss (?)).*C. rhodanicus* (Mayer) Lamb. — Gard. — Néog. inférieur (test inconnu).*C. longispinus* Phil. (*Diadema*). — Gard. — Néog. supérieur.

Les genres *Diadema* et *Centrostephanus* ont les mêmes radioles verticillées qui, chez *Centrostephanus*, dépassent en longueur le diamètre du test. Les ambulacres sont hétérogènes à zones porifères trigéminées ou pseudo-trigéminées chez *Diadema*, homogènes à zones porifères simples et dédoublées près du péristome chez *Centrostephanus*. — L'attribution générique des radioles recueillies dans les gisements néogènes du Bassin méditerranéen est donc seulement provisoire, en l'absence de test.

ECHINIDÆ Agassiz.

Coptosoma Desor, 1855.Type : *Cyphosoma cribrum* Ag. (Éocène).*Coptosoma Alessandrii* Airag. — Piémont. — Néog. inférieurGenre **Prionechinus** A. Agassiz, 1879.Type : *Prionechinus sagittiger* Ag. (actuel).*Prionechinus felmenensis* Lamb. et Thiéry. — Hongrie. — Néog. moyen (= *Echinus* cf. *dux* Laube in Loczy).*P. Fraasi* Gauth. (*Arbacina*). — Égypte. — Néog. inférieur et moyen.*P. Jacquemeti* Lamb. (*Arbacina*). — Gard. — Néog. moyen.*P. Loczyi* Lamb. et Thiéry. — Hongrie. — Néog. moyen (= *Psammechinus* cf. *monilis* Loczy, non Desmar.).

P. Lyonsi Greg. (*Psammechinus*). — Égypte. — Néog. moyen.

P. tener de Lor. (*Arbacia*). — Gard. — Néog. moyen.

Le genre *Prionechinus* ne peut se distinguer pratiquement à l'état fossile du genre *Arbacia* que par l'absence des fossettes suturales souvent fort difficiles à distinguer chez les *Arbacia* fossiles.

Genre **Arbacia** Pomel, 1869.

Type : *Echinus monilis* Desm. (Helvétien)

Arbacia asperata Pom. — Algérie — Néog. moyen.

A. Badinski Pom. — Algérie. — Néog. moyen.

A. catenata Desor (*Psammechinus*). — Gard, Vaucluse, Alpes-Maritimes, Isère. — Néog. inférieur.

A. Fourtaui Lamb. (*Opechinus*). — Marmarique. — Néog. moyen.

A. macrophyma Lamb. — Vaucluse. — Néog. moyen.

A. Nicaisei Pom. — Algérie. — Néog. supérieur.

A. Piæ Lov. — Sardaigne, Malte. — Néog. inférieur et moyen (= *A. sassarensis* Cott., *vide* Lambert).

A. romana Merian (*Psammechinus*). — Piémont (?) Sicile. — Néog. moyen et supérieur (= *A. Isseli* Airag. ?)

A. sahelensis Pom. — Algérie. — Néog. moyen.

A. Savini Lamb. — Drôme. — Néog. inférieur.

A. sulcata Cott. (*Psammechinus*). — Rhodes, Santorin, Pyrénées-Orientales (?). — Néog. supérieur.

Genre **Psammechinus** Agassiz, 1846.

Type : *Cidaris miliaris* Klein (actuel).

Psammechinus affinis Fuchs (et var. *globata*, var. *depressa* Fuchs). — Perse, Égypte. — Néog. inférieur et moyen.

P. astensis Sism. (*Echinus*). — Piémont. — Néog. supérieur. — (voisin de *P. dubius* Ag.).

P. calarensis Cott. — Sardaigne. — Néog. (niveau indéterminé).

P. coronalis Lamb. — Environs de Carry et de Sausset (Bouches-du-Rhône). — Néog. inférieur.

P. delphinus Defr. (*Echinus*). — Drôme, Gard, province de Barcelone — Néog. inférieur (= *Psammechinus Serresi* (pars) auct.).

P. Deydieri Lamb. — Gard, Basses-Alpes. — Néog. moyen.

P. dubius Ag. (*Echinus*). — Répandu en de nombreux gisements : vallée du Rhône notamment ; signalé dans la province de Barcelone, en Suisse, Wurtemberg, Corse, Attique et jusqu'en Égypte. — Cette espèce polymorphe présente de nombreuses variétés, dont quelques-unes ont été élevées au rang d'espèces distinctes, sans doute à tort.

Dans les seuls départements du Gard et de Vaucluse, M. J. Lambert distingue, outre la forme typique, deux variétés : var. *laqueata* (1) Lamb. et *microphyma* Lamb. — Néog. inférieur et moyen (= *Echinometra margaritifera* Nicolet, = *Echinus obliqua* d'Orb., = *Psammechinus mirabilis* Desor, = *Psammechinus Serresi* Desor (pars, non Desm.).

P. eravensis Lamb. — Hérault, Vaucluse. — Néog. moyen (cette espèce est, à mon avis, une mutation du *P. dubius* Ag.).

P. extraalpinus Schaff. — Autriche (Eggenburg). — Néog. inférieur.

P. Fischeri Cott. — Rhodes. — Néog. supérieur.

P. formosus Lamb. — Barcelone, Vaucluse. — Néog. moyen (d'abord considéré comme simple variété du *P. dubius* par M. Lambert).

P. Fourtaui Lamb. — Sardaigne. — Néog. moyen.

P. Fuchsi Gauth. — Égypte. — Néog. moyen.

P. Gaertneri Lamb. — Marmarique. — Néog. moyen.

P. Gauthieri Cott. — Gard, Bouches-du-Rhône. — Néog. inférieur (très voisin de *P. dubius* Ag.).

P. lævior Pom. — Algérie. — Néog. moyen.

P. Manzonii Nelli. — Saint-Marin. — Néog. inférieur (= *P. parvus* Manz. (non Micht).

P. microtuberculatus Blainv. — Sicile. — Néog. supérieur? et Post-Pliocène.

P. Mustapha Per. et Gauth. — Algérie. — Néog. supérieur.

P. Peroni Cott. — Corse. — Néog. inférieur.

P. sardiniensis Cott. — Sardaigne. — Néog. moyen.

P. soubellensis Per. et Gauth. — Algérie. — Néog. (niveau non précisé).

P. subrugosus Pom. — Algérie. — Néog. moyen.

P. tongrianus Greg. (*Echinus*). — Malte. — Néog. inférieur.

P. tortonicus Greg. (*Echinus*). — Malte. — Néog. moyen.

Le genre *Psammechinus* est abondamment représenté dans tout le Néogène méditerranéen ; il est caractéristique des dépôts néritiques (mollasses à *Lithothamnium*, formations marno-sableuses ou sableuses). Actuellement *P. microtuberculatus* vit en abondance dans la Méditerranée par des fonds de 40 mètres environ et moins, sableux ou vaseux, au milieu des prairies de zostères.

Genre *Echinus* Rondelet, 1554.

Type : *Echinus melo* Lmk. (actuel).

Echinus algirus Pom. — Algérie. — Néog. supérieur (voisin de *E. melo* Lmk.)

E. Caillaudi Des. — Hérault. — Néog. (niveau non précisé), (= *Psammechinus Caillaudi* Des. et *Anapesus Caillaudi* Pom.).

E. Durandoi Pom. — Algérie. — Néog. supérieur (ne paraît pas différer de l'*E. algirus* Pom.)

E. esculentus Linn. — Piémont. — Néog. supérieur.

(1) M. J. Lambert considère actuellement cette variété *laqueata* comme étant une espèce distincte.

E. melo Lmk. — Piémont. — Néog. supérieur.

Les véritables *Echinus* caractérisent les faciès néritiques du Néogène supérieur méditerranéen. D'après les figures, *E. algirus* Pom., *E. Durandoi* paraissent être les prédécesseurs immédiats de l'*E. melo* Lmk., mais de plus petite taille. *E. melo* Lmk. vit dans les sables du large, entre 60 et 80 mètres de profondeur.

Sous-genre *Schizechinus* Pomel, 1869.

Type : *Anapesus serialis* Pom. (Pliocène supérieur).

Schizechinus afer Pom. (*Anapesus*). — Algérie. — Néog. supérieur.

S. angulosus Pom. (*Anapesus*). — Algérie. — Néog. supérieur.

S. Bazini Cott. (*Stomechinus*) — Sicile. — Néog. supérieur.

S. Chateleti Lamb. — Vaucluse. — Néog. moyen (un seul échantillon connu, paraît bien voisin du *S. Duciei*).

S. Duciei Wright (*Echinus*). — Malte, Calabre, Autriche, Algérie. — Néog. moyen (*Anapesus saheliensis* Pom. en est, tout au plus, une variété de grande taille).

S. dux Laube (*Echinus*). — Autriche-Hongrie, Toscane. — Néog. moyen et supérieur (*S. ungaricus* Laube (*Echinus*) en est une variété, *fide* Lambert).

S. homocyphus Ag. (*Echinus*). — Italie. — Néog. supérieur.

S. Mortenseni Lamb. — Minorque. — Néog. moyen.

S. serialis Pom. (*Anapesus*) — Algérie. — Néog. supérieur.

Schizechinus n'a, en réalité, que la valeur d'un sous-genre. Ce sont, en somme, des *Psammechinus* de grande taille à scissures branchiales très nettes, à larges ambulacres et tubercules homogènes disposés en séries, à la fois verticales et horizontales : M. Delage les assimile aux *Toxopneustes* Ag. tandis que M. Lambert en fait un sous-genre de *Toxopneustes*.

Sous-genre *Anapesus* Holmes, 1860.

Type : *Echinus Blainvillei* Desm. (actuel).

Anapesus Lovisatoi Lamb. — Sardaigne. — Néog. moyen.

Les *Anapesus* se distinguent des *Schizechinus* par leurs zones interambulacraires dénudées dans leur partie médiane et leurs tubercules en rangées plus petites.

Genre *Stirechinus* Desor, 1858.

Type : *Stirechinus Scillæ* Desor (Pliocène).

Stirechinus Scillæ Desor. — Italie méridionale, Sicile, Sardaigne. — Néog. moyen et supérieur.

S. suevicus Schütze. — Souabe. — Néog. moyen.

Genre **Tripneustes** Agassiz, 1841.Type : *Tripneustes Parkinsoni* Ag. (Burdigalien).

Tripneustes gahardensis Seunes (*Hipponoe*). — Province de Barcelone. — Néog. moyen.

T. Parkinsoni Ag. (*Hipponoe*) et var. *corsica* Lamb. — Gard, Vaucluse, Bouches-du-Rhône, Italie (Piémont, Émilie), Corse, Sardaigne. — Néog. inférieur et moyen.

T. planus Ag. (*Echinus*). — Gard, Vaucluse, Basses-Alpes. — Néog. inférieur (n'est probablement qu'une variété de *T. Parkinsoni*).

T. saxeus Chiocco. — Vicentin. — Néogène (niveau inconnu).

Genre **Strongylocentrotus** Brandt, 1835.Type : *Echinus lividus* Lmk. (actuel).

Strongylocentrotus lividus Lmk. — Lombardie. — Néog. supérieur (= *S. Dræbachiensis* Ag. in Airaghi). Cette espèce vit en abondance actuellement dans la Méditerranée depuis 5 mètres jusque vers 35 mètres de profondeur.

ECHINOMETRINÆ Gray, 1825.

Genre **Parasalenia** Agassiz, 1864.Type : *Parasalenia gratiosa* Ag. (actuel).

Parasalenia Fontannesii Cott. — Bouches-du-Rhône, Sardaigne. — Néog. inférieur (se trouve en Sardaigne dans le Néog. moyen, *vide* Lambert).

M. Mortensen a créé pour le genre *Parasalenia*, démembré du genre *Echinometra* par Agassiz, une sous-famille, les *Parasaleniniæ*, caractérisée par la forme des spicules.

Genre **Echinometra** Rondelet (Gray emend.), 1825.Type : *Echinus lukunter* Linn. (actuel).

Echinometra miocenica de Lor. — Hérault. — Néog. moyen.

M. Lambert réunit au genre *Ellipsechinus* Lutken le genre *Echinometra* tel que l'a défini Gray. Les auteurs, en grande majorité, ayant adopté le genre *Echinometra* ainsi défini, je préfère conserver à cette espèce le nom d'*Echinometra* donné par de Loriol.

Actuellement, de même qu'à l'époque Néogène, les genres *Parasalenia* et *Echinometra* sont caractéristiques des récifs de coraux et vivent ainsi à de faibles profondeurs.

EXOCYCLES GNATHOSTOMES.

CLYPEASTRIDA Agassiz.

FIBULARIDÆ Gray.

Genre **Echinocyamus** Van Phelsum, 1774.Type : *Spatagus pusillus* (1) Muller (Néog. supérieur et actuel).

Echinocyamus acuminatus Caped. — Sardaigne. — Néog. moyen. — M. Lambert réunit à cette espèce : *E. circularis* Cap., *E. declivis* Cap. (non Pomel), *E. lanceolatus* Cap., *E. linearis* Cap., *E. pseudolanceolatus* Cap., *E. pseudopusillus* Cap. (non Cotteau).

E. calarensis Lamb. (*Fibularia*). — Sardaigne. — Néog. moyen.

E. declivis Pom. — Algérie. — Néog. inférieur.

E. Lovisatoi Lamb. (*Fibularia*). — Sardaigne. — Néog. moyen.

E. Pellati Lamb. (*Fibularia*). — Gard, Alpes-Maritimes, Sardaigne. — Néog. inférieur (= *E. umbonatus* de Lor., non Pomel).

E. pliocenicus Pom. (figuré in Lamb. [266]). — Algérie. — Néog. supérieur.

E. pseudopusillus Cott. — Sardaigne. — Néog. inférieur et moyen.

E. pusillus Muller (*Spatagus*). — Gard, Piémont, Toscane, Pianosa, Rhodes. — Néog. supérieur.

E. stellatus Cap. — Sardaigne, Malte. — Néog. inférieur et moyen (= *E. Studeri* Greg. (non Sismonda), = *Fibularia melitensis* Lamb., = *E. infundibuliformis* Cap.).

E. strictus Pomel. — Algérie. — Néog. moyen.

E. Studeri Sism. (*Anaster*). — Piémont, Chypre (?). — Néog. moyen et supérieur.

E. Thuilei Gauth. — Égypte. — Néog. moyen.

E. transylvanicus Laube. — Autriche-Hongrie. — Néog. moyen.

E. umbonatus Pom. — Algérie. — Néog. moyen (*E. umbonatus* a été cité également en Sardaigne par M. Capeder, mais M. Lambert pense qu'il s'agit d'une espèce différente devant être réunie à l'*E. stellatus* Cap.).

E. ursendorfensis Miller. — Souabe. — Néog. moyen.

Genre **Fibularia** Lamarck, 1816.Type : *Fibularia ovulum* Lmk. (actuel).

Fibularia (?) *ambigua* Cap. — Sardaigne. — Néog. moyen (M. Lambert y réunit *E. coronatus* Cap. et *Fibularia gibba* Cap.).

F. ambigua Cap., var. *elliptica* Lamb. — Sardaigne. — Néog. moyen (= *F. gastroides* Cap., *F. trigona* Cap. (non Lmk.), *F. capitata* Cap., *F. elliptica* Cap.).

(1) En indiquant pour type *Spatagus pusillus* Muller, je comprends le genre *Echinocyamus* comme tous les auteurs, sauf M. J. Lambert qui considère les *Echinocyamus* des auteurs comme étant les véritables *Fibularia*.

F. miocenica Cap. — Sardaigne. — Néog. moyen (serait une forme extrême de *F. Marioi* Lov. (Tongrien?), *fide* Lambert).

Il y aurait, en réalité, des formes de passage entre les *Echinocyamus* et les *Fibularia*. *Echinocyamus pusillus*, qui vit actuellement encore dans la Méditerranée, présente une distribution verticale assez étendue (du littoral jusque environ 100 mètres de profondeur) : il fréquente surtout les graviers à Bryozoaires et les sables à *Lithothamnium*. Le gisement de San Gavino, en Sardaigne, qui a fourni à M. Capeder une faune d'*Echinocyamus* exceptionnellement riche, rappelle certains sédiments qui, à Madère, par 86 mètres de fond, sont constitués en grande partie par des Échinocyames.

CLYPEASTRIDÆ Agassiz, 1847.

Genre *Scutella* Lamarck, 1816.

Type : *Echinodiscus subrotundus* Leske (Néogène inférieur).

Scutella Airaghii Nelli. — Saint-Marin. — Néog. inférieur (paraît être un Clypéastre, mais la face inférieure est inconnue).

S. Almerai Lamb. — Province de Barcelone. — Néog. moyen.

S. Ammonis Fuchs. — Égypte. — Néog. moyen.

S. Bleicheri Gauth. — Tunisie. — Néog. moyen.

S. Bofilli Lamb. — Province de Barcelone. — Néog. moyen (cette espèce est insuffisamment connue en ce qui concerne la face supérieure et, par suite, quelque peu provisoire).

S. Deflersi Gauth. — Égypte. — Néog. moyen.

S. Depereti Lamb. — Vaucluse. — Néog. moyen.

S. gibbercula M. de Serres. — Vaucluse. — Néog. moyen (néotype *in* Lambert).

S. helvetica Mayer. — Vaucluse (?), Suisse, Souabe. — Néog. moyen.

S. Hunteri Fourtau. — Égypte. — Néog. moyen.

S. Innesi Gauth. — Égypte. — Néog. moyen.

S. irregularis Pom. — Algérie. — Néog. inférieur.

S. Jacquemeti de Lor. — Hérault. — Néog. moyen (= *Scutella striatula* Lamb., non de Serres).

S. Lovisatoi Lamb. — Sardaigne. — Néog. moyen.

S. melitensis Airag. — Malte, Bouches-du-Rhône. — Néog. inférieur (= *S. striatula* Wr. non de Serres, = *S. subrotunda* Lamb., non Agassiz = *S. Scillæ* Lamb.).

Scutella Michaleti Lamb. — Environs de Carry (Bouches-du-Rhône). — Néog. inférieur.

S. paulensis Ag. — Drôme, Vaucluse, Alpes-Maritimes, Bouches-du-Rhône, Suisse, Piémont, Souabe, Sardaigne. — Néog. inf. et moyen (= *S. Lorioli* Lamb., = *S. subrotundæformis* Airag. (non Schauroth). — *S. Deydieri* Lamb. paraît en être une mutation.

S. rostrata Fuchs. — Égypte. — Néog. moyen (paraît devoir être réunie à *S. Ammonis*, les différences entre ces deux espèces provenant de la même localité et du même

niveau étant de même ordre que les variations individuelles observées chez *S. paulensis* Ag.).

S. striatula de Serres. — Hérault, Bouches-du-Rhône, province de Barcelone (?). — Néog. inférieur (= *S. tarraconensis* Lamb.?).

S. sublævis Pom. — Algérie. — Néog. moyen.

S. subrotunda Lmk. in Agassiz. — Vaucluse, Corse, Sardaigne (*fide* Cotteau), Algérie (?). — Néog. inférieur et moyen (= *S. leognanensis* Lamb.). — Cette espèce a été citée d'un assez grand nombre de gisements, par différents auteurs qui la comprenaient comme Agassiz, mais beaucoup de ces citations restent douteuses. M. Lambert a fait remarquer qu'en créant *S. subrotunda*, Lamarck renvoyait à une figure de Leske représentant une Scutelle de Malte, et qu'ainsi le type de la *S. subrotunda* Lamarck était la Scutelle de Malte. — A ce propos, M. Lambert admet provisoirement deux espèces à Malte : je ferai remarquer que les Scutelles de Malte que j'ai pu recueillir moi-même ou voir dans les collections, soit à Malte, soit à Paris, soit à Londres, se rapportent à une seule espèce, celle nommée *S. melitensis* par Airaghi. J'estime qu'il est préférable de lui conserver ce nom de *melitensis*, plutôt que de la nommer *S. subrotunda*, comme le voudrait M. Lambert, car il faudrait ainsi donner un autre nom à toutes les Scutelles nommées *S. subrotunda* par les auteurs depuis le Mémoire d'Agassiz sur les Scutelles, datant de 1841.

S. subrotundæformis Schauroth. — Alpes-Maritimes, Vicentin, Vénétie. — Néog. inférieur (= *S. subrotunda* Laube et Dames, non Lmk.).

S. tarraconensis Lamb. — Province de Barcelone. — Néog. inférieur.

S. vindobonensis Laube. — Autriche-Hongrie. — Néog. moyen.

S. Zitteli Beyrich. — Égypte. — Néog. inférieur et moyen (*S. subrotunda* Fraas non Lmk.).

Les Scutelles caractérisent constamment les dépôts néritiques sublittoraux. Les espèces de très grande taille se rencontrent exclusivement dans les formations mollassiques riches en calcaire, tel le Leithakalk de Kalksburg près Vienne, le « calcaire moellon » autrefois exploité à Boutonnet, faubourg de Montpellier, etc. Ce genre n'est plus représenté dans les dépôts méditerranéens dès le Néogène supérieur.

Genre **Amphiope** Agassiz, 1840.

Type : *Scutella bioculata* Desmoulins (Helvétien).

Amphiope bioculata Desm. (*Scutella*). — Aude, Hérault, Drôme, Vaucluse, Espagne, Corse, Sardaigne, Souabe, Autriche. — Néog. moyen. — *A. Baquiei* Lamb. en est un stade jeune. — M. Lambert reconnaît, chez *A. bioculata* Desm., plusieurs variétés dont l'une, var. *drunensis* Lamb., se trouve dans le département de la Drôme.

Amphiope Boulei nov. sp. — Carry (Bouches-du-Rhône). — Néog. inférieur (Aquitainien).

A. cherichirensis Gauth. — Tunisie. — Néog. moyen (un seul échantillon connu dont la face inférieure est invisible).

A. depressa Pom. — Algérie. — Néog. moyen.

A. Deydieri Lamb. — Vaucluse. — Néog. moyen (un seul échantillon connu, peut-être un jeune *A. elliptica* écrasé et déformé?).

A. elliptica Desor. — Bouches-du-Rhône, Drôme, Vaucluse. — Néog. inférieur et moyen. — La forme type du Burdigalien supérieur diffère légèrement de la forme helvétique de Vaucluse, figurée par M. Lambert et nommée *A. transversifora* Lamb. — *A. Dessii* Lov. du Tongrien (?) de Sardaigne, me paraît être un échantillon déformé se rapportant à cette espèce.

A. Hollandei Cott. — Corse, Sardaigne. — Néog. inférieur. — L'exemplaire type de cette espèce, conservé à la Sorbonne, est en réalité un très mauvais échantillon qui a été fortement restauré par le dessinateur de Cotteau. Cet *Amphiope* est tout à fait aplati et la forme étrange de ses lunules provient évidemment d'une forte compression verticale. De même que *A. Dessii*, auquel Cotteau avait déjà pensé pouvoir le réunir, je pense que *A. Hollandei* doit être un *A. elliptica* Desor extraordinairement comprimé et déformé. M. Lambert a rapporté dubitativement à cet *A. Hollandei* un exemplaire de petite taille provenant de Sausset (Bouches-du-Rhône) : des recherches répétées et minutieuses dans cette localité ne m'ont fourni que des échantillons d'*A. elliptica* qui, en certains points de la côte, sont plus ou moins déformés.

A. Laubei Lamb. — Autriche. — Néog. moyen (= *A. elliptica* Laube, non Desor) : il s'agit sans doute encore, d'après la figure, d'un *Amphiope* déformé qui pourrait être un *A. bioculata* Desm., mais la position du périprocte est inconnue.

A. Lovisatoi Cott. — Sardaigne. — Néog. moyen. — Espèce dont la validité paraît également assez douteuse.

A. Montezemoloi Lov. — Sardaigne. — Néog. inférieur (?) : semble être une forme géante voisine de l'*A. bioculata* (= *A. styriaca* Hoernes?).

A. palpebrata Pom. — Algérie. — Néog. inférieur (attribué au Rupélien, par MM. Ficheur et Joleaud).

A. perspicillata Ag. (??). — Hérault. — Néog. moyen. — La présence de cette espèce dans l'Hérault est fort douteuse. Elle n'existe certainement pas dans la vallée du Rhône : je suis entièrement de l'avis de M. Lambert à ce sujet.

A. Sarasini Lamb. — Hérault. — Néog. moyen.

A. styriaca Hoernes. — Styrie. — Néog. moyen (= *A. Montezemoloi* Lov.?).

A. truncata Fuchs. — Égypte. — Néog. moyen (= *A. arcuata* Fuchs = *A. Fuchsi* Fourtau).

Tous les *Amphiope* sont essentiellement littoraux. Ce genre disparaît de la Méditerranée avec le genre *Scutella* dès le Néogène supérieur. Un rameau à lunules allongées suivant l'axe des ambulacres postérieurs a émigré dans les Indes dès le Néogène moyen, et les *Tretodiscus* actuels en sont les descendants directs.

Un second groupe à lunules plus ou moins arrondies, dont *A. bioculata* Desm. est le type, a été florissant dans le Néogène moyen méditerranéen, et a disparu dès le Néogène supérieur. Un certain nombre d'espèces paraissent sans valeur, étant basées sur des déformations.

Genre **Clypeaster** Lamarck 1801.Type : *Echinus rosaceus* Linn. (actuel).

Le genre *Clypeaster*, qui atteint son apogée dans le Bassin Méditerranéen au Néogène moyen, compte un grand nombre d'espèces. Pomel en a décrit plus de soixante en Algérie (dont beaucoup restées non figurées, que nous ne citerons pas ici), outre celles déjà connues, auxquelles il faut ajouter quelques autres décrites et figurées par Peron et Gauthier : tout récemment, en Sardaigne, M. Lovisato adjoint aux Clypéastres, cités par Cotteau et Airaghi, une vingtaine d'espèces nouvelles pour ce seul genre ! Sans vouloir apprécier l'utilité ou la validité des trop nombreuses espèces de Clypéastres néogènes méditerranéens, il est certain que ce foisonnement, purement artificiel, est uniquement dû au grand polymorphisme du genre *Clypeaster*, alors en pleine floraison dans le Bassin Méditerranéen.

Je dois ajouter que d'éminents Échinologues, entre autres Pomel, et dernièrement M. Lambert [266], ont cherché à mettre un peu d'ordre en établissant certains groupements qui, d'ailleurs, n'ont qu'une valeur fort relative. Il est toutefois intéressant de constater que les Clypéastres les plus anciens du Mésonummulitique (*Laganidea* de Pomel) sont déprimés et ont leur face inférieure *plane*, de même que la grande majorité des Clypéastres méditerranéens néogènes, même ceux qui affectent des formes pyramidales (*C. portentosus* Desm. par ex.) ; il existe encore actuellement quelques Clypéastres à face inférieure plane (*C. placunarius* Mich. = *E. rosaceus* Linn.). — Les Clypéastres à face inférieure *concave*, apparaissant un peu plus tard dans le Néonummulitique (Tongrien) (ex : *C. Breunigi* Laube), sont assez peu nombreux dans le Bassin Méditerranéen à l'époque Néogène et existent à cette époque dans les Indes ; *C. reticulatus* Linn. (= *C. rosaceus* Lmk., non Linné), qui en est le type le plus caractéristique, vit actuellement aux Antilles. Je ne cite dans la liste suivante que les espèces décrites et figurées du Néogène méditerranéen.

Clypeaster acclivis Pom. — Espagne, Algérie, Tripolitaine, Égypte. — Néog. inférieur et moyen.

C. acuminatus Des. — Autriche-Hongrie, Algérie, Espagne, Corse, Malte, Calabre (var. *devians* Seg. du Néog. inférieur), Syrie. — Néog. moyen (*C. Reidii* Wright en est une forme extrême).

C. ægyptiacus Wr. — Égypte, Tunisie, Calabre, Pianosa, île de Cerigo. — Néog. supérieur (*C. pliocenicus* Seg.).

C. Almerai Lamb. — Province de Barcelone. — Néog. moyen (serait une mutation de *C. petalodes* Pomel, d'après M. Lambert).

C. alticostatus Mich. — Autriche, Minorque, Corse, Algérie, Malte, Kasos. — Néog. moyen (il existe des intermédiaires entre *C. altus* et *C. alticostatus*, notamment à Malte. *C. alticostatus* Mich. est donc une simple variété de *C. altus* Klein).

C. altus Klein (*Scutum angulare*). — Vaucluse, Bouches-du-Rhône (?), Espagne, Algérie, Corse, Sardaigne, Toscane, Pianosa, Piémont, Calabre, Malte, Crète, Caprée, Cilicie,

Perse (?). — Néog. moyen (signalé dans le Néog. supérieur en Toscane et en Calabre). — (= *C. Agassizi* Sism., = *C. turritus* Ag.).

C. angustatus Pom. — Algérie. — Néog. inférieur.

C. atlas Pom. — Algérie. — Néog. moyen.

C. Badinskii Pom. — Algérie. — Néog. inférieur.

C. Bandierai Lov. — Néog. moyen (un seul échantillon qui ne paraît pas, d'après la description et la figure, différer essentiellement de *C. altus* Klein).

C. barcinensis Lamb. — Province de Barcelone. — Néog. inférieur (un seul individu et un moule connus; la face inférieure et le contour restant inconnus, cette espèce, caractérisée par une disposition oblique et régulière des tubercules à l'intérieur du pétale, ne peut être que provisoire. Elle paraît, d'ailleurs, bien voisine de *C. laganoides* Ag.).

C. Bassanii Lov. — Sardaigne. — Néog. moyen (un seul individu connu qui paraît assez voisin de *C. intermedius* Desm.).

C. Bixioi Lov. — Sardaigne. — Néog. (niveau non précisé).

C. campanulatus Schloth. (*Echinites*). — Autriche, Espagne, Baléares, Corse, Sardaigne, Piémont, Calabre, Syrie, Cilicie. — Néog. moyen (= *C. gibbosus* Mich., non de Serres, = *C. umbrella* Ag.).

C. Canavarii Lov. — Sardaigne. — Néog. moyen.

C. Canzioi Lov. — Sardaigne. — Néog. inférieur (?) (un seul exemplaire connu, assez défectueux).

C. Capellinii Nelli. — Saint-Marin (Monte-Titano). — Néog. moyen (très voisin de *C. latirostris* Ag.).

C. Capellinii Lov. (non Nelli). — Sardaigne. — Néog. moyen (cette espèce a été figurée postérieurement à celle de Nelli et doit changer de nom).

C. Cavallottii Lov. — Sardaigne. — Néog. moyen (groupe du *C. campanulatus* Schloth.).

C. collinatus Pom. — Algérie. — Néog. moyen.

C. confusus Pom. — Algérie. — Néog. inférieur.

C. Contivecchii Lov. — Sardaigne. — Néog. moyen (très voisin de *C. marginatus* Lmk.).

C. crassicosatus Ag. (*in* Mich.). — Autriche-Hongrie, Piémont, Corse, Sardaigne, Algérie, Syrie. — Néog. moyen.

C. crassus Ag. — Alpes-Maritimes, Bouches-du-Rhône, Corse, Sardaigne, Algérie, Égypte (*vide* Lambert). — Néog. inférieur et moyen (M. Lambert met en synonymie avec cette espèce *C. grandiflorus* (pars) Desor., *C. Scillæ* (pars) Michelin et Cott., non Desmoul., *C. bunopetalus* Pom., *C. Vasseli* Gauth. *in* Fourtau).

C. cultratus Pom. — Algérie. — Néog. moyen.

C. curtus Pom. — Algérie. — Néog. moyen.

C. decemcostatus Pom. — Algérie. — Néog. moyen. (= *C. conoideus* Pom. non Goldf.).

Cette espèce est du groupe de *C. acuminatus* Desor.

C. Depereti Gauth. — Égypte. — Néog. inférieur (groupe du *C. crassus* Ag.).

C. doma Pom. — Algérie. — Néog. moyen (paraît être une variété du *C. acuminatus* Desor, très voisine de celle nommée par Wright *C. Reidii*).

C. Douvillei Per. et Gauth. — Algérie. — Néog. moyen (M. Stefanini a décrit et figuré un second *C. Douvillei* du Mississipi (Amérique du Nord) que je propose de nommer *C. Stefaninii*) (1).

C. Fakhryi Gauth. — Égypte. — Néog. moyen.

C. folium Ag. — Algérie, Calabre(?), Sicile. — Néog. inférieur (espèce assez mal connue à laquelle M. Lambert rapporte *C. Lovisatoi* Cott.).

C. formosus Seg. — Calabre. — Néog. moyen (voisin de *C. insignis* Seg.).

C. Gauthieri Lov. — Sardaigne. — Néog. moyen (ne paraît pas différer essentiellement du *C. Gustavi* Lov.).

C. geneffensis Gauth. — Égypte. — Néog. moyen (groupe du *C. crassicosatus* Ag.).

C. gibbosus de Serres. — Cette espèce a été récemment discutée par M. Lambert qui fait remarquer que la description et les figures de Michelin s'appliquent au *C. campanulatus* Schloth. — J'ai recueilli en Corse quelques Clypéastres qui paraissent néanmoins correspondre à la diagnose assez vague de de Serres; j'estime en conséquence que le nom de *C. gibbosus* de Serres (non Michelin) pourrait être conservé, tout au moins à titre de variété du *C. campanulatus* Schloth., que j'ai d'ailleurs également recueilli en Corse.

C. grandiflorus Bronn. — Vaucluse, Alpes-Maritimes (?), Hongrie, Syrie. — Néog. moyen (appartient au groupe des *Bunactis* de Pomel et est voisin de *C. Scillæ* Desm. et *C. crassus* Ag., *fide* Lambert).

C. Guentheri Greg. — Perse. — Néog. moyen (= *C. turritus* Abich non Phil., = *C. altus* Fisch. *in* Tchihatcheff ?).

C. Gustavi Lov. — Sardaigne. — Néog. moyen (= *C. pyramidalis* Seg. non Mich.).

C. Heinzi Per. et Gauth. — Algérie. — Néog. (niveau inconnu) (me paraît voisin de *C. acuminatus* Des. d'après la description et la figure).

C. Herepeyi Koch. — Hongrie. — Néog. moyen.

C. Imbrianii Lov. — Sardaigne. — Néog. moyen (l'exemplaire figuré par M. Lovisato paraît être un *C. campanulatus* Schloth. déformé, opinion déjà exprimée par Cotteau et Gauthier).

C. imperialis Mich. — Crète, Baléares (?), Espagne (?), Perse. — Néog. moyen (l'échantillon figuré par Michelin est défectueux). — M. Cayeux a bien voulu me communiquer un Clypéastre recueilli en Crète dont malheureusement le sommet seul est conservé : il est assez comparable à l'échantillon figuré par Michelin, mais ne nous apprend rien de plus sur cette espèce dont la valeur spécifique demeure un peu problématique.

C. intermedius Desm. — Languedoc, Bouches-du-Rhône, Drôme (var. *drunensis* Lamb.), Alpes-Maritimes, Espagne, Corse, Sardaigne, Baléares, Égypte, Algérie, Piémont (= *C. latirostris* var. *pedemontana*, *fide* M. Lambert), Calabre (var. *calabra* Seg.) (2), Cilicie, Perse (= *C. diversicosatus* Abich). — Néog. inférieur et moyen.

(1) 1911. — STEFANINI (G.), Sugli Echinidi terziari dell' America del Nord (*Boll. Soc. Geol. Ital.*, vol. XXX, p. 682 - p. 686, pl. 1 a, b, c).

(2) M. Lambert pense que *C. intermedius* var. *calabra* Seg. n'est pas le vrai *C. intermedius* Desm. Il propose de l'appeler *C. calabrus* Seg. = *C. petaliferus* Seg.

C. Isseli Lov. — Sardaigne. — Néog. moyen (paraît très voisin de *C. Gauthieri* Lov. et *C. Gustavi* Lov.).

C. isthmicus Fuchs. — Égypte. — Néog. moyen.

C. Jourdyi Per. et Gauth. — Algérie. — Néog. moyen.

C. Lamarmorai Lov. — Sardaigne. — Néog. (niveau non indiqué). Cette espèce est du groupe *C. intermedius* Desm.

C. Lamberti Lov. — Sardaigne. — Néog. moyen (groupe du *C. campanulatus* Schloth.).

C. latirostris Ag. — Alpes-Maritimes (var. *ventiensis* (1) Tourn., var. *subovalis* Lamb., var. *tourettensis* Lamb., var. *inflata* Lamb.), Espagne, Baléares, Corse, Sardaigne, Italie du Nord (var. *pedemontana* Lamb.), Calabre, Autriche, Morée, Cilicie, Perse. — Néog. inférieur. Je crois devoir lui réunir à titre de simple variété *C. laganoides* Ag. qui l'accompagne constamment au même niveau (= *C. ambigenus* Sism., non Lmk., = *C. Beaumonti* Mich., non Sism).

C. Lombardii Lov. — Sardaigne. — Néog. moyen (un seul exemplaire connu).

C. Lovisatoi Cott. — Sardaigne. — Néog. moyen.

C. Ludovici-Salvatoris Lamb. — Baléares. — Néog. (niveau non précisé).

C. Malladai Lamb. — Baléares. — Néog. moyen (paraît identique aux formes communes à Malte, variété *pyramidalis* Mich., var. *turritus* Philippi, que M. Gregory met en synonymie de *C. altus* Klein).

C. marginatus Lmk. — Espagne (?), Corse, Sardaigne (?), Baléares, Malte, Calabre (et var. *tenuipetala* Seg.). — Néog. moyen (= *C. Tarbellianus* Grateloup).

C. Martini Desm. — Bouches-du-Rhône, Alpes-Maritimes, Corse, Morée, Cilicie, Perse. — Néog. inférieur. (= *C. scutellatus* (pars) Ag., non de Serres, = *C. folium* (pars) Desor).

C. megastoma Pom. — Algérie. — Néog. moyen.

C. melitensis Mich. — Malte, Autriche, Espagne (?), Calabre (?). — Néog. (niveau non précisé). — Michelin a créé cette espèce pour un moule interne de Malte qu'il rapproche d'un Clypéastre d'Autriche. Ce *C. melitensis* est donc assez incertain; cependant M. Stefanini déclare qu'il existe au musée de Florence un exemplaire provenant de Malte qui ressemble à celui figuré par Michelin.

C. Miccai Lov. — Sardaigne. — Néog. inférieur (voisin de *C. intermedius* Desm.).

C. Michelottii Ag. — Drôme (?), Autriche (?), Vicentin, Calabre (?), Perse (= *C. scutellatus* Desmoul. et Des., non de Serres. — *C. piriformis* Abich est un *C. Michelottii* déformé). — Néog. inférieur.

C. microstoma Lamb. — Bouches-du-Rhône. — Néog. inférieur. Cette espèce, dont les divers exemplaires ont éprouvé, déclare M. Lambert, des accidents de fossilisation et dont le profil, notamment la hauteur, n'ont pu être précisés, provient de Port-de-Bouc et de la Couronne. Cette mollasse appartient, non à l'Helvétien, mais au Burdigalien supérieur.

(1) M. Lambert, qui avait d'abord adopté cette variété [260], préfère actuellement en faire une espèce distincte sous le nom de *C. ventiensis* Tourn. [266].

C. Moroi Lov. — Sardaigne. — Néog. (niveau à *Scutella*). Un seul exemplaire connu.

C. myriophyma Pom. — Algérie. — Néog. moyen. D'après Peron et Gauthier, *C. turgidus* Pom. devrait probablement lui être réuni.

C. Nulloi Lov. — Sardaigne. — Néog. inférieur.

C. Oberdani Lov. — Sardaigne. — Néog. (calcaires à *Lithothamnium*). — Un seul exemplaire connu.

C. obtusus Pom. — Algérie. — Néog. inférieur.

C. Oglei (1) Pom. — Algérie. — Néog. moyen (paraît être un *Clyp. marginatus* déformé).

C. Oppenheimi Lamb. — Alpes-Maritimes. — Néog. inférieur.

C. pachypleurus Pom. — Algérie. — Néog. moyen.

C. paratinus Pom. — Algérie. — Néog. moyen.

C. Paretoi Simonelli. — Ile de Pianosa. — Néog. supérieur.

C. Partschi Mich. — Autriche-Hongrie, Espagne (province de Jaen, *fide* Mallada). — Néog. moyen. (var. *sub-Partschi* Schff.).

C. parvituberculatus Pom. — Algérie, Espagne (province de Jaen). — Néog. inférieur et moyen.

C. peltarius Pom. — Algérie. — Néog. moyen.

C. pentadactylus Per. et Gauth. — Bouches-du-Rhône, Algérie, Égypte. — Néog. inférieur (= *C. crassicosatus* pars Mich., non Sism., = *C. grandiflorus* var. *pentadactyla* Lamb. in « Échinides de Vence »).

C. petaliferus Seg. — Calabre. — Néog. inférieur.

C. petalodes Pom. — Algérie. — Néog. inférieur.

C. petasus Pom. — Algérie. — Néog. inférieur.

C. Philippii Seg. et var. *media* Seg. — Calabre. — Néog. moyen (= *C. Scillæ* Philippi, non Desm., *fide* Seguenza).

C. Pillai Lov. — Sardaigne. — Néog. inférieur (espèce créée pour un unique exemplaire que Cotteau avait déterminé *C. intermedius* Desm., de grande taille).

C. Piloï Lov. — Sardaigne. — Néog. inférieur (?) (un seul exemplaire connu, assez défectueux).

C. Pisacanei Lov. — Sardaigne. — Néog. moyen (paraît, d'après la description et la figure, voisin de la variété *Reidii* Wright du *C. acuminatus* Desor, dont il ne diffère que par les pétales plus fermés à leur partie inférieure).

C. placenta Michelotti (*in* Desor). — Vicentin. — Néog. inférieur.

C. planatus Seg. — Calabre. — Néog. inférieur (un seul exemplaire, décrit et figuré, qui paraît être voisin de *C. latirostris* Ag. sinon identique).

C. portentosus Desm. — Baléares, Corse, Calabre, Chypre (var. *elator* Seg.), Malte, Hongrie, Pianosa, Caprée, Algérie. — Néog. moyen.

Il existe tous les intermédiaires avec le *C. altus* Klein, dont cette prétendue espèce n'est, en somme, qu'une race ou variété de grande taille : sa distribution géographique dans la partie centrale et méridionale du Bassin Méditerranéen, sensiblement la même que celle du *C. tauricus* Desor, est fort remarquable.

(1) Cette espèce, dédiée à M. Ogle, doit s'orthographier *Oglei* et non *Ogleianus*.

C. Priemi Gauth. — Égypte. — Néog. moyen.

C. productus Pom. — Algérie. — Néog. moyen.

C. profundus d'Arch. — Sardaigne (?) — Néog. moyen. — M. Lovisato assimile à cette espèce du Miocène de l'Inde un *unique* exemplaire de l'Helvétien de Sardaigne qui est décrit mais non figuré.

C. pulvinatus Pom. (non Duncan et Sladen). — Algérie. — Néog. moyen. — Peron et Gauthier ont fait remarquer que ce nom spécifique avait été préemployé par Duncan et Sladen pour une espèce différente et ont proposé de nommer *C. culcitella* le *C. pulvinatus* Pom.

C. pyramidalis Mich. — Autriche, Espagne (province de Séville, *fide* Mallada), Calabre (var. *elatio* Seg.). — Néog. moyen (est une variété du *Clypeaster altus* Klein).

~~*C. Rhölfsi*~~ Fuchs. — Égypte. — Néog. moyen.

C. Ricciottii Lov. — Sardaigne. — Néog. moyen. (un seul exemplaire connu auquel manquent le bord postérieur et le périprocte).

C. sardiniensis Cott. — Sardaigne. — Néog. (niveau non précisé).

C. Sciesai Lov. — Sardaigne. — Néog. (calcaires à *Lithothamnium*) — un seul exemplaire connu assimilé par Cotteau et Gauthier au *C. intermedius*.

C. Scillæ Desm. — Gard, Vaucluse, Piémont, Italie septentrionale, Corse, Sardaigne, Algérie, Perse (?) (*in* Abich) — Néog. inférieur et moyen (voir synonymie *in* Lambert [266]).

C. scutellæformis Pom. — Algérie. — Néog. moyen.

C. scutellatus de Serres. — Espagne (province de Barcelone) — Néog. inférieur.

C. scutum Laube. — Vicentin. — Néog. inférieur.

C. sinus Pom. — Algérie. — Néog. moyen.

C. sinuatus Pom. — Algérie. — Néog. moyen.

C. stilensis Seg. — Calabre. — Néog. inférieur.

C. subacutus Pom. — Algérie. — Néog. moyen.

C. subconicus Pom. — Algérie. — Néog. moyen.

C. subdecagonus Per. et Gauth. — Algérie. — Néog. (un seul exemplaire dont la provenance exacte est inconnue).

C. subellipticus Pom. — Algérie. — Néog. moyen (= *C. ellipticus* Pom., non Munster, ni Michelin).

C. subplacunarius Fuchs. — Égypte. — Néog. moyen (très voisin du *C. placunarius* Mich., non Lmk, actuel).

C. tauricus Desor. — Cilicie, Syrie, Crète, Malte, Corse, Sardaigne, Espagne (province de Jaen), Maroc (Taourirt). — Est une variété du *C. altus* Klein.

C. tenuis Seg. — Calabre. — Néog. inférieur.

C. tessellatus Pom. — Algérie. — Néog. moyen.

C. Torquati Lov. — Sardaigne. — Néog. moyen.

C. turgidus Pom. — Algérie. — Néog. inférieur.

En ne tenant compte que des espèces figurées, le total de cette liste s'élève à un peu plus de cent espèces pour le genre *Clypeaster*. Quelques-unes, au surplus, ne m'ont pas paru devoir être citées, par exemple, *C. parvus* Duchassaing, signalé par Roth y Telegd [129] en

Hongrie dans des couches inférieures au Leithakalk : cette détermination est évidemment erronée, *C. parvus* Duch. n'étant connu, d'après Michelin, que dans les formations madréporiques de la Guadeloupe (Antilles). — Un certain nombre d'espèces devraient sans doute être fusionnées et une revision générale de ce grand genre, qui ne pourrait se faire qu'à l'aide de matériaux choisis et suffisamment nombreux dont je ne dispose pas, serait certainement très nécessaire, ainsi que le reconnaissait dernièrement mon savant collègue, M. J. Lambert. Quelques espèces ont été créées pour des exemplaires uniques, parfois assez défectueux ; j'estime qu'en raison de leur grand polymorphisme et aussi des déformations très notables subies par les Clypéastres, on ne saurait être trop prudent avant de créer des espèces pour de tels échantillons.

EXOCYCLES ATÉLOSTOMES

SPATANGOIDA Agassiz.

CASSIDULIDÆ Agassiz, 1847.

Sous-famille ECHINONEIDÆ Agassiz.

Genre **Echinoneus** Van Phelsum, 1774.

Type : *Echinoneus cyclostomus* Leske (actuel).

Echinoneus Artini Gauthier. — Égypte. — Néog. moyen (ne paraît pas différer d'*E. cyclostomus* Leske).

E. cyclostomus Leske var. *Haugi* nov. — Sauss et (Bouches-du-Rhône). — Néog. inférieur.

E. melitensis Wright (*Amblypygus*). — Malte, Sardaigne. — Néog. moyen. — Cette espèce a été rangée dans le genre *Echinoneus* par M. Lambert : notre confrère indique que le péristome est large et oblique, contrairement à la figure donnée par Wright qui représente un périprocte, assez grand, non acuminé, et un péristome arrondi, peu large, non conformes au péristome et au périprocte des *Echinoneus* typiques.

E. Thomasi Per. et Gauth. — Algérie. — Néog. inférieur (cette espèce paraît encore assez voisine d'*E. cyclostomus* Leske). M. Lambert considère qu'il ne se distingue pas, malgré sa petite taille, de l'*E. melitensis*, mais il conviendrait d'en connaître d'autres exemplaires.

En résumé, les *Echinoneus* du Néogène méditerranéen, si l'on en excepte *E. melitensis* qui ne paraît pas être un *Echinoneus* typique d'après la figure de Wright, sont peu nombreux et s'apparentent étroitement à l'*Echinoneus cyclostomus* Leske, actuel, qui ne vit plus dans la Méditerranée.

Genre **Amblypygus** Agassiz, 1840.

Type : *Amblypygus dilatatus* Agassiz (Eocène moyen).

Amblypygus Lorioli Simonelli. — Ile de Pianosa. — Néog. supérieur.

Cette espèce, d'après la figure de Simonelli, semble rappeler l'*Amblypygus melitensis* Wr. : on sait que le genre *Amblypygus* est surtout répandu dans l'Éocène.

Sous-famille NUCLEOLITIDÆ Bernard.

Genre **Phaleropygus** de Loriol, 1902.

Type *Phaleropygus Oppenheimi* de Loriol (Burdigalien).

Phaleropygus Oppenheimi de Lor. — Gard. — Néog. inférieur.

Cette espèce, unique représentant du genre, est voisine des *Echinanthus* par son péri-procte et des *Ilarionia* par son péristome ; mais, suivant de Loriol, la structure des aires ambulacraires est entièrement différente.

Sous-famille ECHINOLAMPIDÆ de Loriol.

Genre **Echinolampas** Gray, 1825.

Type : *Echinanthus ovatus* Leske (actuel).

Echinolampas abbreviatus Pom. — Algérie. — Néog. inférieur (= *E. curtus* Pom. non Ag.).

E. acuminatus Abich. — Arménie. — Néog. moyen.

E. æquizonatus Greg. (*Breynella*) — Malte. — Néog. inférieur. — M. Lambert observe que son péristome pentagonal le rapproche de *Gitolampas*.

E. algirus Pom. — Algérie. — Néog. moyen (= *E. Jubæ* Pom.).

E. amplius Fuchs. — Égypte, Tunisie, Algérie (*fide* Fourtau) — Néog. moyen.

E. angustistellatus Laube. — Autriche. — Néog. inférieur.

E. atrophus Lamb. — Minorque. — Néog. moyen (?).

E. barcinensis Lamb. — Province de Barcelone. — Néog. moyen.

E. bathystoma Oppenh. — Vicentin. — Néog. inférieur.

E. bredeahensis de Lor. — Algérie. — Néog. moyen (?) (niveau non précisé).

E. calarensis Cott. — Sardaigne. — Néog. inférieur (?) (niveau non précisé).

E. claudus Pom. — Algérie. — Néog. inférieur (voisin de *E. angulatus* Mer.).

E. complanatus Abich. — Arménie, Syrie. — Néog. moyen.

E. Contii de Lor. — Marches. — Néog. moyen (?).

E. cythereus Stefanini. — Ile de Cérigo ou Cythère. — Néog. supérieur (groupe de l'*E. angulatus* Mer.).

E. Deshayesi Desor (*E. Hayesianus*). — Algérie. — Néog. moyen (cette espèce a été également signalée à Malte et en Corse, mais il paraît démontré qu'il y a eu confusion : *E. Hayesianus* Wright (non Desor) = *E. Wrighti* Greg. ; Pomel assimilait à son *E. Raymondii* (non figuré) l'exemplaire de Corse figuré par Cotteau).

E. discus Desor. — Schio (Vicentin), Cyrénaïque — Néog. inférieur.

E. flexuosus Pom. — Algérie. — Néog. inférieur.

E. Francei Desm. — Drôme, Gard, Vaucluse, Alpes-Maritimes. — Néog. inférieur.

E. globulus Laube (?). — Arménie. — Néog. inférieur (?) (cette espèce du Nummulitique

a été signalée par Abich en Arménie à Mamachatun, où il cite également *Clypeaster Martini* Desm., *Cl. Michelottii* Ag., *Schizaster Parkinsoni* Defr., *Sch. eurynotus* Ag.).

E. Guebhardi Lamb. — Alpes-Maritimes. — Néog. inférieur.

E. Heinzi Per. et Gauth. — Algérie. — Néog. (niveau non précisé).

E. hemisphaericus Lmk., et var. *depressa* Lamb. (= *E. Laurillardii* Desm. non Ag.), var. *Linkii* Laube. — Gard, Bouches-du-Rhône, Vaucluse, Isère, Basses-Alpes, Espagne, Baléares, Corse, Sardaigne, Malte, Piémont, Ombrie, province de Bologne, Calabre, Autriche-Hongrie, Cilicie. — Néog. inférieur et moyen.

E. Hoffmanni Desor. — Pianosa, Chypre, Sicile, Algérie, Tunisie. — Néog. supérieur (cette espèce est le dernier représentant du genre *Echinolampas* dans la Méditerranée).

E. inæqualis Pom. — Algérie. — Néog. inférieur.

E. italicus Lamb. — Émilie. — Néog. inférieur (= *E. hemisphaericus* Manzoni, non Lmk.).

E. junasensis de Lor. — Gard. — Néog. moyen.

E. Lamarmorai Lov. — Sardaigne. — Néog. moyen.

E. Lorioli Stefanini. — Émilie. — Néog. inférieur (= *E. stelliferus* Mazz., non Lmk. ni Desm.).

E. Lovisatoi Cott. — Sardaigne. — Néog. moyen.

E. Matheroni Desm. — Arménie (*vide* Abich.). — Néog. moyen (?).

E. Mazzettii de Angelis. — Italie (vallée de l'Aniene). — Néog. moyen.

E. Meslei Gauth. — Égypte. — Néog. supérieur.

E. orcagnanus Oppenh. — Schio (Vicentin). — Néog. inférieur.

E. Orlebari Gauth. — Égypte. — Néog. inférieur.

E. Peroni Stefanini. — Émilie. — Néog. inférieur.

E. Pomeli Per. et Gauth. — Algérie. — Néog. moyen (= *E. insignis* Pom., non Duncan et Sladen).

E. posterolatus Greg. — Malte. — Néog. inférieur (= *E. scutiformis* Wright, non Leske).

E. pseudo-angulatus Cott. — Sardaigne. — Néog. inférieur (?). — M. J. Lambert range cette espèce dans le genre *Progonolampas* Bittner, caractérisé par des pores arrondis égaux. Ce caractère est assez discutable, car il peut varier suivant l'état de conservation ou d'usure du test, et il convient d'attendre confirmation de ce fait après étude d'un plus grand nombre d'exemplaires.

E. pyguroides Pom. — Algérie. — Néog. inférieur.

E. pyramidalis Abich. — Arménie. — Néog. moyen.

E. San Micheli Lov. — Sardaigne. — Néog. moyen.

E. sardiniensis Cott. — Sardaigne. — Néog. moyen.

E. Savini Lamb. — Alpes-Maritimes (Vence). — Néog. inférieur.

E. scurellensis Oppenh. — Vicentin (Schio). — Néog. inférieur.

E. scutiformis Leske (*Echinoneus*). — Drôme, Isère, Vaucluse, Suisse, Gard, Bouches-du-Rhône, Alpes-Maritimes, Basses-Alpes, Souabe, Espagne, Baléares. — Néog. inférieur. — Var. *angulatus* Mer. in Desor. (= *Echinolampas angulatus* Mer.), Drôme, Piémont, Émilie, Marches, Ombrie, Toscane, Saint-Marin, Pianosa, Malte.

E. Spanoi Lov. — Sardaigne. — Néog. moyen (paraît être voisin de *E. hemisphaericus* Lmk. et de *E. barcinensis* Lamb.).

E. Stefaninii Nelli et var. *oblonga* Nelli. — Saint-Marin. — Néog. moyen. (paraît être une simple variété d'*E. plagiosomus* Ag. (*Conoclypeus*)).

E. subquadratus Dames. — Schio (Vicentin). — Néog. inférieur.

E. Tagliaferroi nov. sp. — Malte. — Néog. inférieur.

E. Thomasi Per. et Gauth. — Algérie. — Néog. inférieur.

E. tumidopetalum Greg. — Égypte. — Néog. moyen.

E. Wrighti Greg. — Malte. — Néog. moyen.

Je donne ci-dessous la liste des grandes espèces conoclypéiformes rangées par Pomel, MM. Gregory et Lambert, dans le genre *Hypsoclypeus* Pom. ou le sous-genre *Heteroclypeus* Cott. Je considère avec de Loriol, Cotteau, Peron, Gauthier, M. Stefanini, que ces espèces, malgré leur faciès conoclypéiforme, n'offrent pas des caractères suffisants pour être distinguées des *Echinolampas* typiques auxquels elles sont reliées par de nombreux intermédiaires.

E. doma Pom. (*Hypsoclypeus*). — Algérie, Malte. — Néog. inférieur.

E. latus Pom. (*Hypsoclypeus*). — Algérie. — Néog. moyen.

E. montesiensis Mazz. (*Conoclypeus*). — Émilie, Toscane, Sardaigne (*vide* Stefanini. — Néog. inférieur.

E. oranensis Pom. (*Hypsoclypeus*). — Algérie. — Néog. moyen.

E. plagiosomus Ag. (*Conoclypeus*). — Bouches-du-Rhône, Alpes-Maritimes, Baléares, Corse, Sardaigne, Malte, Piémont, Émilie, Ombrie, Hongrie (= *Conoclypeus Lucæ* Desor. — *Heteroclypeus Cotteaui* Lamb. et *Heteroclypeus subpentagonalis* Greg. sont de simples variétés, leurs caractères distinctifs n'étant pas de valeur spécifique).

E. Pignatarii Stefanini. — Malte, Cyrénaïque. — Néog. moyen (= *Heteroclypeus hemisphaericus* Greg.).

E. semiglobus Lmk. (*Galerites*). — Baléares, Sardaigne. — Néog. moyen.

E. Ugolinii Stefanini. — Ombrie (Monte Cedrone). — Néog. moyen.

Genre **Pliolampas** Pomel, 1888.

Type : *Echinolampas Gauthieri* Cotteau (Burdigalien).

P. camerinensis de Lor. (*Echinanthus*). — Toscane, Ombrie. — Néog. inférieur.

P. Gauthieri Cott. (*Echinolampas*). — Drôme. — Néog. inférieur.

P. Pioti Gauth. — Égypte. — Néog. moyen.

P. Silvestrii Airag. — Ombrie, Saint-Marin. — Néog. moyen.

P. subcarinatus Cott. — Sardaigne. — Néog. moyen.

Sous-genre **Milletia** Duncan, 1889.

Type : *Echinolampas elongatula* Millet (Helvétien).

Milletia angulosa Mazz. (*Echinanthus*). — Émilie. — Néog. moyen.

M. aremorica Airag. (*Pliolampas*). — Ombrie. — Néog. inférieur (M. Stefanini a constaté sur le type trois pores génitaux seulement).

M. Ficheuri Pom. (*Plesiolampas*). — Algérie, Espagne (province de Barcelone). -- Néog. inférieur (cette espèce, non figurée par Pomel, a été figurée par M. Lambert).

M. marginata Mazz. (*Echinanthus*). — Émilie. — Néog. moyen.

M. medfensis Gauth. (*Pliolampas*). — Algérie. — Néog. moyen.

M. titanensis Nelli (*Pliolampas*). — Saint-Marin (Monte Titano). — Néog. moyen.

M. Vassali Wright (*Pygorhynchus*). — Malte. — Néog. inférieur (M. Lambert range cette espèce parmi les *Tristomanthus*).

Genre **Tristomanthus** Bittner, 1892.

Type : *Nucleolites subcarinatus* Goldf. (Oligocène supérieur).

Tristomanthus caralitanus Lamb. — Sardaigne. — Néog. moyen.

T. corsicus Cott. (*Echinanthus*) — Corse, Sardaigne, Ombrie (?). — Néog. inférieur (= *Pliolampas Vassali* Airag. non Wright, (pars) (?), *fide* Lambert).

T. Lorioli Lamb. — Alpes-Maritimes, Ombrie. — Néog. inférieur. (= *Pliolampas Vassali* Airag. (pars), *fide* Lambert).

T. Meslei Gauth. (*Echinanthus*). — Bouches-du-Rhône — Néog. inférieur.

T. Pantanellii Stefanini. — Émilie. — Néog. moyen.

T. Spratti Wright (*Pygorhynchus*). — Malte, Corse (St.-Florent). -- Néog. inférieur.

Famille HOLASTERIDÆ de Loriol.

Genre **Toxopatagus** Pomel, 1883.

Type : *Hemipneustes italicus* Manz. et Mazz. (Schlier).

Toxopatagus italicus Manz. et Mazz. (*Hemipneustes*). — Émilie, Piémont, Marches. --- Néog. inférieur et moyen.

Famille BRISSIDÆ Cotteau.

Genre **Holcopneustes** Cotteau, 1889.

Type : *Holcopneustes Gourdoni* Cott. (Éocène moyen).

Holcopneustes Lorioli Stefanini (*Dictyaster*). — Malte, — Néog. inférieur (paraît voisin de *H. fragilis* Lamb., décrit et figuré du Stampien de Sardaigne).

Genre **Dictyaster** Stefanini, 1907.Type : *Pericosmus malatinus* Mazzetti (Schlier).

Dictyaster excentricus Stefanini. — Émilie. — Néog. moyen (= *Pericosmus dilatatus*? (non Pavay), Mazz., pars).

D. malatinus Mazz. (*Pericosmus*). — Émilie. — Néog. moyen.

Genre **Gregoryaster** Lambert, 1907.Type : *Pericosmus cor anguinum* Greg. (Burdigalien).

Gregoryaster cor anguinum Greg. (*Pericosmus*). — Malte, Émilie. — Néog. inférieur et moyen (cette espèce a été également signalée en Sardaigne dans le Stampien par M. J. Lambert).

G. Grateloupi Sism. (*Schizaster*) — Piémont, Autriche (Ottang) — Néog. moyen.

Genre **Trachyaster** Pomel, 1869.Type : *Trachyaster globulus* Pom. (Sahélien).

Trachyaster Airaghii Stefanini. — Émilie. — Néog. moyen.

T. globulus Pom. — Algérie. — Néog. moyen.

T. Lovisatoi Cott. (*Opissaster*). — Sardaigne, Émilie (var. *inflatus* Mazz. et var. *truncatus* Mazz.). — Néog. moyen. — M. Stefanini a constaté quatre pores génitaux (voir synonymie in Stefanini [346]).

Les *Trachyaster* sont des *Hemiaster* à apex ethmolyse. Cette disposition, qui se manifeste dès le Crétacé, devient la règle générale à l'époque tertiaire. Ce genre, toutefois, n'est pas admis par quelques auteurs, entre autres M. Lambert, qui le considèrent comme synonyme d'*Hemiaster* Desor.

Genre **Schizaster** Agassiz, 1836.Type : *Schizaster Studeri* Ag. (Éocène).

Schizaster astensis Lamb. — Piémont — Néog. supérieur (= *S. Scillæ* auct.).

S. barbarus Pom. — Algérie. — Néog. moyen.

S. barcinensis Lamb. — Province de Barcelone. — Néog. inférieur.

S. Baylei Cott. — Corse, Sardaigne. — Néog. inférieur (cette espèce a été citée, en outre, dans le Tongrien du Piémont. — M. Lambert la range plutôt dans les *Opissaster*, car la fasciole est assez peu distincte).

S. Bellardii Ag. — Piémont, Émilie — Néog. moyen (= *S. convexus* Mazz. et Pant., — *Linthia arizensis* Mazz. et Pant., non Cotteau).

S. boghariensis Per. et Gauth. — Algérie. — Néog. (?) (le niveau de cette espèce n'est pas précisé, elle serait peut-être du Nummulitique).

S. bononiensis Lamb. (nom proposé pour *S. eurynotus* de l'Émilie, = *Schizaster canaliferus* Lmk.).

S. bouziguensis de Lor. — Hérault. — Néog. moyen.

S. braidensis B. Micca. — Piémont. — Néog. supérieur.

S. canaliferus Lmk. (*Spatangus*). — Toscane. — Néog. supérieur.

S. corsicus Ag. — Corse. — Néog. moyen (?)

S. curtus Pom. — Algérie, province de Barcelone (?) — Néog. inférieur ou moyen? (M. Lambert rapporte provisoirement à cette espèce un *Schizaster* de l'Helvétien de Montjuich).

S. decipiens Lamb. — Sardaigne. — Néog. moyen.

S. Desori Wright. — Espagne (prov. de Barcelone), Corse, Sardaigne, Malte, Émilie, Sicile, Autriche. — Néog. inférieur et moyen (voir la synonymie de cette espèce in Stefanini [346]).

S. dilatatus Pom. — Algérie. — Néog. moyen (= *S. sahelensis* Pom., var. *dilatatus*). M. Lambert élève cette variété au rang d'espèce.

S. ederi Greg. — Cyrénaïque. — Néog. inférieur.

S. eurynotus Ag. (in Sismonda) — Alpes-Maritimes, Piémont, Émilie, Saint-Marin, Toscane, Corse, Sardaigne, Espagne (provinces de Barcelone, Tarragone), Malte, Algérie, Suisse (fide Gutzwiller [402]), Autriche, Attique, Asie Mineure (in Tschihatcheff [412]), Arménie. — Néog. inférieur et moyen (cette espèce a été citée par de nombreux auteurs sous le nom de *S. Scillæ* Des. Moul.; voir synonymie in Lambert [216] et Stefanini [356]). *S. Capederi* Lamb., unique exemplaire de l'Aquitainien de Sardaigne, ne paraît pas différer de *S. eurynotus* Ag.).

S. gymnesiæ Lamb. — Minorque. — Néog. moyen (M. Lambert distingue cette espèce du *S. eurynotus* Ag., mais l'exemplaire figuré est certainement déformé).

S. Hardouini Per. et Gauth. — Algérie. — Néog. moyen (voisin de *Schizaster major* Desor).

S. Ilottoi Lamb. — Sardaigne. — Néog. inférieur (M. Lambert a créé cette espèce pour des exemplaires du Burdigalien, d'abord assimilés par lui-même au *Schizaster Parkinsoni*; d'après notre confrère, *S. Ilottoi* se trouverait également aux Martigues, mais le *Schizaster* abondant dans la mollasse de la Couronne et du Ponteau près les Martigues ne se distingue pas, à mon avis, du *S. Lovisatoï* Cott).

S. kalksburgensis Laube (*Hemiaster*). — Autriche. — Néog. moyen.

S. Karreri Laube et var. *hungaricus* Vadasz. — Autriche-Hongrie, Bulgarie. — Néog. moyen.

S. Laubei Høernes. — Autriche (Ottmang), Styrie. — Néog. moyen.

S. Legraini Gauthier. — Égypte, Sardaigne. — Néog. moyen (l'exemplaire figuré d'Égypte est très défectueux; l'unique exemplaire sarde décrit, mais non figuré par M. Lambert, est déformé : l'espèce est donc quelque peu provisoire).

S. leithanus Laube. — Autriche, Italie? (environs de Modène). — Néog. moyen.

S. Lovisatoi Cott. — Bouches-du-Rhône (mollasse de la Couronne), Corse, Sardaigne, Espagne, Hongrie (var. *rakosiensis* Vadasz). — Néog. inférieur (= *S. calceolus* Lamb.).

S. major Des. (*Hemiaster*) — Astesan, Espagne (province de Barcelone). — Néog. supérieur.

S. maurus Pom. — Algérie. — Néog. supérieur (très voisin du *S. canaliferus* Lmk., actuel, dont il paraît être l'ancêtre immédiat).

S. melitensis Stefanini. — Malte, Émilie. — Néog. inférieur et moyen.

S. Morgadesi Lamb. — Province de Barcelone. — Néog. moyen.

S. ovatus Sismonda. — Astesan. — Néog. supérieur.

S. Parkinsoni Defr. (*Spatangus*). — Corse, Sardaigne, Baléares, Émilie, Malte. — Néog. inférieur et moyen (cette espèce a été citée également en Autriche, en Arménie, et en Cilicie, mais, seules, les provenances indiquées plus haut sont certaines) (= *S. Raulini* Ag., = *Hemiaster gibbus* Mazz.).

S. Peroni Cott. — Corse, Sardaigne, Baléares, province de Tarragone (?). — Néog. moyen.

S. pusillus Per. et Gauth. — Algérie. — Néog. inférieur.

S. sahelensis Pom. et var. *attenuatus* Pom. — Algérie. — Néog. moyen.

S. sardiniensis Cott. — Sardaigne, Malte. — Néog. inférieur et moyen.

S. Scillæ Desm. (*Spatangus*) — Malte et Sardaigne (*fide* Lambert). — Néog. moyen (cette espèce a généralement été confondue avec *S. eurynotus* : M. Lambert attribue à *S. Scillæ* Desm. les individus du Tortonien de Malte signalés par Wright et Gregory, ainsi que certains *Schizaster* du Tortonien de Sardaigne considérés par Cotteau comme étant la grande taille du *S. Parkinsoni* Defr. — Je n'ai vu ni recueilli personnellement à Malte aucun *S. Scillæ*. Desmoulins a établi son espèce pour un *Schizaster* figuré par Scilla, échantillon très défectueux : les exemplaires de Sardaigne que M. Lambert croit devoir rapporter à cette espèce sont également, de son propre aveu, « en assez fâcheux état ». Dans ces conditions, il vaudrait mieux, à mon avis, supprimer décidément *S. Scillæ* de la Nomenclature, la figure type représentant un échantillon défectueux et aucun néotype irréprochable n'ayant encore été figuré).

S. seb tensis Per. et Gauth. — Algérie. — Néog. inférieur.

S. speciosus Pom. — Algérie, Tunisie, Gard (Théziers), Pyrénées-Orientales (Millas) *fide* Pomel (1). — Néog. supérieur.

S. subcentralis Pom. — Algérie. — Néog. inférieur.

S. trigonalis Mazz. — Émilie. — Néog. moyen (voir synonymie *in* Stefanini [346]).

S. ventiensis Lamb. — Alpes-Maritimes (Vence). — Néog. inférieur.

Genre **Moira** A. Agassiz, 1872.

Type : *Spatangus atropos* Lmk. (actuel, des Antilles).

Moira Guebhardi Lamb. — Alpes-Maritimes (Vence). — Néog. inférieur.

(1) M. Depéret avait antérieurement [234] cité à Millas *S. Scillæ*.

Ce genre, dans l'état actuel de nos connaissances, débiterait dès l'Oligocène dans les Indes avec *Moira primæva* Dunc. et Sladen, et en Allemagne (*Moira Kæneni* Ebert).

Genre **Opissaster** Pomel, 1883.

Type : *Opissaster polygonalis* Pom. (Sahélien).

Opissaster Almerai Lamb. — Province de Barcelone, Alpes-Maritimes (Vence), Sardaigne. — Néog. inférieur et moyen.

O. Bleicheri Per. et Gauth. — Algérie. — Néog. supérieur (l'exemplaire figuré, très décortiqué, est le seul connu : aussi Peron et Gauthier ont fait toutes réserves sur l'attribution générique).

O. Cotteaui Wright (*Hemiaster*). — Malte, Sardaigne, Attique, province d'Oran (Algérie) — Néog. inférieur et moyen (= *Opissaster Jourdyi* Per. et Gauth., = *Opissaster Mariæ* Lov.).

O. declivis Pom. — Algérie. — Néog. supérieur.

O. Lovisatoi Cott. — Sardaigne. — Néog. moyen.

O. polygonalis Pom. — Algérie. — Néog. moyen.

O. Scillæ Wright (*Hemiaster*). — Malte, Cyrénaïque, Sardaigne (?). — Néog. inférieur (M. Stefanini a fait observer que l'appareil apical n'est pas parfaitement connu).

O. vadosus Greg. (*Hemiaster*). — Malte. — Néog. inférieur.

Les *Opissaster* peuvent se définir des *Schizaster* sans fasciole latéro-sous-anale ou des *Hemiaster* à madréporide allongé en arrière. Tous sont pourvus de deux pores génitaux. Ce genre, qui paraît avoir fait son apparition dans le Crétacé supérieur, présente donc des caractères mixtes.

Genre **Agassizia** Valenciennes, 1847.

Type : *Agassizia scrobiculata* Val. (actuel).

Agassizia Heinzi Per. et Gauth. — Algérie — Néog. (?) (niveau non précisé).

A. Lovisatoi Cott. — Sardaigne. — Néog. moyen.

A. Zitteli Fuchs. — Égypte, Marmarique. — Néog. moyen.

Genre **Pericosmus** L. Agassiz, 1847.

Type : *Micraster latus* Agassiz (Burdigalien).

Pericosmus affinis Laube — Autriche. — Néog. moyen (voisin de *P. latus*, d'après Laube ; l'échantillon figuré est déformé).

P. callosus Manzoni. — Piémont, Émilie, Saint-Marin (Monte Titano). — Néog. moyen.

P. Capellinii de Lor. (*Linthia*). — Marches (Camerino), Émilie — Néog. moyen.

P. Edwardsi Ag. (*Micraster*). — Piémont, Émilie. — Néog. moyen (d'après M. Stefanini, les exemplaires de l'Émilie correspondent parfaitement au *P. Agassizi* Sism. (*Schizaster*) qui tomberait ainsi en synonymie du *P. Edwardsi* Ag., contrairement à l'opinion de M. J. Lambert qui les considère comme distincts d'après le néotype du *P. Edwardsi* figuré par M. Airaghi).

P. latus Ag. (*Micraster*) et var. *minor* nov. — Alpes-Maritimes, Minorque, Corse, Sardaigne, Émilie, vallée de l'Aniene, Malte, Égypte. — Néog. inférieur et moyen (la var. *minor* se rencontre à Malte et à Saint-Florent en Corse). — *P. Lyonsi* Gauth. a été considéré depuis par M. Gauthier comme devant être rattaché au *P. latus* Ag. dont il serait un exemplaire aberrant.

P. monteivallensis Schaur. (*Schizaster*). — Vicentin, Piémont. — Néog. inférieur (= *P. Marianii* Airag. et *P. spatangoides* Airag., *fide* Oppenheim). — M. Lambert les considère comme distincts.

P. Orbigny Cotteau. — Corse, Sardaigne, Piémont (?) — Néog. inférieur et moyen (?) (le niveau stratigraphique du type corse n'est pas indiqué, mais j'ai moi-même recueilli cette espèce dans le Burdigalien, à la fontaine de Cadelabra près Bonifacio).

P. pedemontanus de Alessandri. — Piémont. — Saint-Marin. — Néog. moyen (cette espèce a été signalée avec beaucoup de réserves par M. J. Lambert en Sardaigne, dans des couches attribuées au Stampien).

P. Peroni Cott. — Corse, Égypte (*fide* Gregory). — Néog. moyen (signalé également dans le Tongrien du Piémont).

Genre **Linthia** Mérian, 1853.

Type : *Linthia insignis* Mer. in Desor (Nummulitique).

Linthia cevense Botto-Micca. — Piémont. — Néog. inférieur (*fide* Airaghi).

L. Peolæ Botto-Micca. — Piémont. — Néog. supérieur.

D'autres espèces néogènes, naguère considérées comme appartenant au genre *Linthia* (ex. : *Linthia Locardi* Tourn., *Linthia Capellinii* de Lor.) ont été récemment classées dans les genres *Schizobrissus* Pom. et *Pericosmus* Ag.).

Genre **Macropneustes** Agassiz, 1847.

Type : *Macropneustes Deshayesi* Ag. (Éocène moyen).

Macropneustes (?) *compressus* Nemes. — Hongrie. — Néog. inférieur.

M. cruciatus Ag. (*Brissus*). — Iles de Caprée, de Corse, Sardaigne. — Néog. inférieur. — Cette espèce diffère des *Macropneustes* typiques par la profondeur de son sillon antérieur, son apex subcentral, la disposition de la fasciole péripétale, etc. Pomel en avait fait le type de son genre *Schizobrissus* que M. Lambert a cru récemment [381] devoir admettre. M. Stefanini a fait observer, d'autre part, que ni Duncan, ni Cotteau n'en avaient fait

mention : les caractères invoqués pour le genre *Schizobrissus* ont d'ailleurs une valeur générique d'autant plus discutable qu'on les retrouve en partie chez certains *Macropneustes* ; je range donc, comme M. Stefanini, les *Schizobrissus* de Pomel dans le genre *Macropneustes*, dont ils représentent sans doute des mutations au Néogène : il faut remarquer en effet, que les *Macropneustes* les plus typiques sont surtout du Nummulitique.

M. Desori Mer. in Desor (*Euspatangus*). — Piémont. — Néog. moyen.

M. (?) imbricatus Wr. (*Brissus*). — Malte. — Néog. moyen.

M. latus Wr. (*Brissus*). — Malte. — Néog. moyen.

M. Locardi Tourn. (*Linthia*). — Bouches-du-Rhône (Les Baux), Corse, Sardaigne. — Néog. inférieur et moyen.

M. Manzonii Stefanini. — Émilie. — Néog. moyen.

M. mauritanicus Pom. (*Schizobrissus*). — Algérie. — Néog. inférieur.

M. monsferacensis Lupano. — Italie (Marches). — Néog. moyen.

M. sahariensis Pom. (*Schizobrissus*). — Algérie, Émilie (?). — Néog. moyen (cette espèce n'ayant pas été figurée par Pomel, M. Stefanini a cru devoir lui rapporter des exemplaires provenant de l'Émilie qui sont figurés dans son mémoire [346] : l'identité des exemplaires italiens et des exemplaires algériens n'est donc pas absolument certaine).

M. viglianensis Stefanini. — Émilie. — Néog. moyen (= *Linthia Locardi* Manz. (pars), non Tourn. in Cotteau).

Genre **Brissus** Klein, 1734.

Type : *Brissus maculosus* Kl. (actuel).

Brissus ægyptiacus Gauth. — Égypte. — Néog. moyen.

B. Bastiæ Oppenh. — Carry (Bouches-du-Rhône). — Néog. inférieur.

B. Gregoryi Stefanini. — Malte. — Néog. moyen (= *Brissus depressus* Greg., non Cotteau).

B. Nicaisei Per. et Gauth. — Algérie. — Néog. supérieur (?) (localité et niveau non précisés).

B. oblongus Forbes. — Malte, Sardaigne. — Néog. moyen (voisin de *B. Scillæ* Ag. actuel).

B. Scillæ Ag. — Sicile. — Néog. supérieur (= *B. unicolor* Checchia, non Klein : vit actuellement dans la Méditerranée).

Le genre *Brissus* était certainement assez commun dans le Bassin Méditerranéen et représenté sans doute par d'assez nombreux individus, mais la fragilité du test explique la rareté des exemplaires ayant pu être jusqu'ici complètement figurés ou décrits.

Genre **Pseudobrissus** Lambert, 1905.

Type : *Brissus corsicus* Cotteau (Miocène).

Pseudobrissus corsicus Cott. (*Brissus*) — Corse, Sardaigne. — Néog. inférieur et moyen. Cette espèce présente des fascioles de *Linthia*, mais est dépourvue de sillon antérieur.

Genre **Brissopsis** Agassiz, 1840.Type : *Brissopsis elegans* Ag. (Éocène).

Le genre *Brissopsis* Ag. a été l'objet de nombreuses subdivisions : *Plesiaster* Pom., *Diplodetus* Schlüt., *Brissoma* Pom., *Kleinia* Gray, *Zeugaster* Lamb., dont les caractères, ainsi que le faisait remarquer M. Lambert, ne sont pas, « pris isolément, des caractères vraiment génériques ». Dans ces conditions, il me paraît tout à fait inutile de conserver, même comme sous-genres, ces différentes dénominations proposées pour différentes variantes ou mutations d'un genre aussi nettement caractérisé et aussi facile à reconnaître. M. Stefanini a proposé de considérer *Brissopsis* comme étant du féminin : la plupart des auteurs ont jusqu'ici tenu *Brissopsis* comme masculin, non sans raison puisque ce nom est un composé de *Brissus*, et j'estime que cette raison est suffisante pour les suivre.

- Brissopsis anaticus* Toul. — Cilicie. — Néog. moyen (très voisin de *B. Nicoleti* Des.).
B. Borsonii Sism. (*Schizaster*). — Piémont. — Néog. moyen (?) et supérieur.
B. consobrinus Lamb. — Sardaigne. — Néog. moyen (très voisin de *B. crescenticus* Wr.).
B. Craverii Botto-Mica. — Piémont. — Néog. inférieur.
B. crescenticus Wr. — Malte, Sardaigne, Algérie. — Néog. inférieur.
B. depressus Pom. — Algérie. — Néog. moyen.
B. Duciei Wr. — Malte, Sardaigne. — Néog. moyen.
B. Durandi Per. et Gauth. — Algérie. — Néog. moyen.
B. elegans Schaur. (non Ag.). — Piémont (*vide* Botto-Mica), Vicentin. — Néog. inférieur.
B. Fraasi Fuchs. — Égypte. — Néog. inférieur (M. Fourtau constate qu'il est très voisin de *B. crescenticus* Wr. dont il est peut-être simplement une variété locale).
B. Genei Sism. (*Schizaster*). — Piémont, marnes du Vatican, Arménie. — Néog. moyen (var. *cevensis* Botto-Mica, néog. inférieur) et supérieur (?).
B. incertus Pom. — Algérie. — Néog. moyen.
B. intermedius Sism. (*Schizaster*). — Piémont. — Néog. moyen et supérieur.
B. latissimus Botto-Mica. — Piémont. — Néog. supérieur.
B. latus Pom. — Algérie. — Néog. moyen.
B. lusitanicus de Lor. — Catalogne, Émilie. — Néog. inférieur et moyen.
B. lyrifera Ag. — Piémont. — Néog. supérieur.
B. Meslei Per. et Gauth. — Algérie. — Néog. inférieur (paraît très voisin de *B. crescenticus* Wr., qui, d'après Peron et Gauthier, se rencontre dans la même localité).
B. metaliaëformis Lamb. (*Kleinia*). — Sardaigne. — Néog. inférieur.
B. milianensis Pom. (*Brissoma*). — Algérie. — Néog. inférieur.
B. Nicoleti Des. — Suisse, Bavière. — Néog. moyen.
B. oranensis Pom. — Algérie. — Néog. moyen.
B. ottanangensis Hoern. — Vicentin, Marches, Autriche. — Néog. moyen.
B. papiolensis Lamb. — Province de Barcelone. — Néog. supérieur.

B. Pecchiolii Des. — Tessin. — Néog. supérieur (espèce très douteuse, mal connue par un unique exemplaire qui est un moule interne écrasé).

B. pezenasensis de Lor. — Hérault. — Néog. moyen.

B. pliocenicus Lamb. — Alpes-Maritimes, Drôme (?) Vaucluse (?), Piémont. — Néog. supérieur = *Brissopsis Genei* Sism., var. *pliocenica* Botto-Mica. = *Brissopsis crescenticus* Font., non Wright, var. *urrensensis*).

B. Pouyannei Pom. — Algérie, Sardaigne. — Néog. moyen.

B. Rocardi Pom. (*Brissoma*). — Algérie. — Néog. moyen (= *B. ovatus* Pom., non Desor).

B. sahelensis Pom. (*Brissoma*). — Algérie. — Néog. moyen (*B. latipetalus* Pom. paraît être à peine une variété du *B. Sahelensis*).

B. sardicus Lamb. — Sardaigne. — Néog. inférieur.

B. Sismondai Ag. — Corse, Émilie. — Néog. moyen.

B. speciosus Pom. — Algérie. — Néog. moyen.

B. tuberculatus Pom. — Algérie. — Néog. moyen.

Famille SPATANGIDÆ d'Orbigny.

Genre **Brissomorpha** Laube, 1871.

Type : *Brissomorpha Fuchsi* Laube (Burdigalien).

Brissomorpha Fuchsi Laube. — Autriche (sables de Gauderndorf) — Néog. inférieur.

Genre **Brissolampas** Pomel, 1883.

Type : *Palæopneustes conicus* Dames (Aquitainien).

Brissolampas conicus Dames (*Palæopneustes*). — Vicentin. — Néog. inférieur.

Genre **Heterobrissus** Manzoni et Mazzetti, 1877.

Type : *Heterobrissus Montesii* Manz. et Mazz. (Schlier).

Heterobrissus excentricus Wr. (*Pericosmus*). — Malte. — Néog. inférieur.

H. Montesii Manz. et Mazzetti. — Émilie, Piémont, Marches. — Néog. moyen (= *Heterobrissus Formai* Airag).

Genre **Linopneustes** Agassiz, 1881.

Type : *Linopneustes Murrayi* Ag. (actuel).

Linopneustes Pareti Manz. (*Maretia*). — Émilie, Marches, Sardaigne. — Néog. moyen (*Manzonia Lovisatoi* Lamb. paraît identique à *L. Pareti* Manz., figuré in Stefanini).

Genre **Trachyspatangus** Pomel, 1868.Type : *Trachyspatangus oranensis* Pom. (Sahélien).*Trachyspatangus* (?) *brevis* (1) Pom. — Algérie. — Néog. moyen.*T. depressus* Cott., Per. et Gauth. — Algérie. — Néog. inférieur (= *T. depressus* Pom., non Wright (?).*T. oranensis* Pom. — Algérie. — Néog. moyen.*T. tuberculatus* Wr. (*Brissus*). — Malte, Corse, Sardaigne, Saint-Marin, Émilie, Minorque, Algérie. — Néog. moyen (= *Macropneustes Peroni* Cott.).Genre **Euspatangus** L. Agassiz, 1847.Type : *Euspatangus Valenciennesi* Ag. (actuel).*Euspatangus Konincki* Wright (*Spatangus*). — Malte. — Néog. inférieur.*E. melitensis* Greg. (*Metalia*). — Malte. — Néog. inférieur.*E. minimus* Sism. (?). — Piémont. — Néog. moyen (fort douteux. — Voir Cotteau, *Paléont. Fr.*, p. 71, pl. XVIII, fig. 5-7. D'après Botto-Mica, aucun autre exemplaire n'a été retrouvé depuis celui figuré par Cotteau).*E. Oppenheimi* Lamb. et Savin (*Brissoides*) — Alpes-Maritimes (Vence). — Néog. inférieur.*E. pressus* Mazz. et Pant. — Piémont, Émilie. — Néog. moyen (= *E. lateralis* Bottic-Mica, non Desor, = *E. Melii* Airag.)*E. sanmarinensis* Nelli. — Saint-Marin (Monte Titano). — Néog. moyen.*E. siokuttensis* Fuchs. — Perse. — Néog. inférieur.M. J. Lambert a proposé de reprendre le nom de *Brissoides* Klein (1734) à la place d'*Euspatangus*.Genre **Spatangus** Klein, 1734.Type : *Echinus purpureus* Muller (actuel).*S. æquedilatatus* Mazz. — Émilie. — Néog. moyen (voir synonymie in Stefanini).*S. austriacus* Laube. — Autriche, Lombardie, Émilie, Saint-Marin, Calabre, Sardaigne (?). — Néog. moyen (= *Maretia Pareti* Airag., non Manz., = *Spatangus Manzoni* Nelli, non Simonelli, *fide* Stefanini).*S. Botto-Miccai* Vinassa. — Piémont. — Néog. moyen (= *S. Manzonei* Botto-Micca).*S. Canavarii* de Lor. — Marches. — Néog. moyen.*S. castelli* Per. et Gauth. — Algérie. — Néog. inférieur.*S. chitonosus* Sism. (*Mariania* Airag.). — Piémont (collines de Turin). — Néog. moyen.

(1) J'adopte *Trachyspatangus* ainsi que l'ont fait Cotteau et M. Lambert, orthographe plus correcte que *Trachyspatangus*.

S. corsicus Des. — Corse, Sardaigne, Piémont, Drôme, Alpes-Maritimes. — Néog. inférieur et moyen (voir synonymie in Stefanini).

S. delphinus Defr. et var. *paulensis* Lamb. — Drôme, Alpes-Maritimes (Vence), Suisse (var.), Souabe. — Néog. inférieur (Malte (?)) et Néog. moyen.

S. De-Stefanii Stefanini — Émilie. — Néog. moyen.

S. Deydieri Cott. — Basses-Alpes, Savoie, et Vaucluse, var. *major*. — Néog. inférieur et moyen.

S. euglyphus Laube. — Autriche, Vicentin. — Néog. inférieur.

S. excisus Pom. — Algérie. — Néog. moyen.

S. Gauthieri Cott. — Drôme. — Néog. inférieur.

S. Lamberti Checchia. — Piémont. — Néog. moyen (= *S. Botto-Miccai* Airag., non Vinassa).

S. loncophorus Meneghini. — Vicentin. — Néog. inférieur (?) (*fide* Oppenheim).

S. Lorioli Lamb. (*Prospatangus*). — Sardaigne. — Néog. inférieur.

S. Lovisatoi Lamb. (*Prospatangus*). — Sardaigne. — Néog. moyen.

S. macraulax Simonelli. — Île de Pianosa. — Néog. supérieur.

S. Manzoni Simonelli. — Toscane (Monte della Verna). — Néog. moyen (= *S. austriacus* Manzoni, non Laube).

S. Marmoræ Des. (*Macropneustes*) — Corse, Sardaigne, Malte, Piémont. — Néog. inférieur (cette espèce pour laquelle Airaghi avait créé le genre *Mariania* est, en réalité, pourvue, chez les exemplaires bien conservés, d'une fasciole sous-anale : la vague dépression des pétales pairs ou leur ouverture sont des caractères essentiellement variables et nullement génériques. *M. Marmoræ* Desor est donc bien un *Spatangus*, comme le pensait Cotteau).

S. Monaldini Lamb. — Nom proposé pour le *Spatangus* italien figuré par Scilla (pl. XI, n° 1, fig. 1.).

S. oranensis Pom. — Algérie. — Néog. moyen.

S. pagliorolensis Mazz. — Pagliarolo, villa d'Ajano (Italie). — Néog. moyen.

S. Pareti Airag. — Piémont. — Néog. inférieur.

S. pauper Pom. — Algérie. — Néog. supérieur.

S. purpureus Muller (*Echinus*). — Piémont, Pianosa. — Néog. supérieur.

S. pustulosus Wright. — Alpes-Maritimes (Vence), Toscane, Émilie, Sicile, Malte, Grèce (?). — Néog. inférieur et moyen.

S. Rhodi Cott. — Rhodes. — Néog. supérieur.

S. Rissoi Des. — Vaucluse, Drôme. — Néog. inférieur (*fide* Cotteau).

S. Rovasendai Airag. — Piémont. — Néog. supérieur.

S. sahelensis Pom. — Algérie. — Néog. moyen.

S. simplex Ag. — Alpes-Maritimes (Vence), Corse, Sardaigne. — Néog. inférieur (persisterait dans l'Helvétien, en Sardaigne).

S. subconicus Mazz. — Piémont, Émilie. — Néog. moyen (= *S. arcuatus* Mazz, *S. austriacus* (pars) Manz., *S. hemisphaericus* Mazz. et Pant., *S. Botto-Miccai* Airag., non Vinassa).

- S. subinermis* Pom. — Algérie. — Néog. supérieur.
S. Szaboi Cott. — Ile de Milo. — Néog. supérieur.
S. Taramellii Airag. — Piémont. — Néog. (= *Spatangus austriacus* Airag., non Laube ni Manzoni).
S. tessellatus Pom. — Algérie. — Néog. moyen.
S. Thieryi Lamb. (*Prospatangus* et var.). — Sardaigne. — Néog. inférieur.

Genre **Maretia** Gray, 1855.

Type : *Spatangus planulatus* Lamarck (actuel).

- Maretia Guebbardi* Lamb. et Sav. — Alpes-Maritimes. — Néog. inférieur.
M. ocellata Deffr. (*Spatangus*). — Drôme, Alpes-Maritimes, Suisse, Sardaigne. — Néog. inférieur et moyen (= *Spatangus Nicoleti* Ag.). — Cette espèce appartient à la section des *Hemipatagus* (type *Hemipatagus Hoffmanni* Goldf. (*Spatangus*) de l'Oligocène de Bünde) que M. Lambert distingue comme genre après l'avoir considérée comme simple section ainsi que tous les auteurs.
M. perornata Schaff. — Autriche (Eggenburg). — Néog. inférieur.
M. Saccoi Airag. — Ombrie. — Néog. inférieur.
M. soubellensis Per. et Gauth. — Algérie. — Néog. inférieur.
M. tenuis Per. et Gauth. — Algérie. — Néog. inférieur.

Genre **Lovenia** Desor, 1847.

Type : *Lovenia hystrix* Desor (actuel).

Je réunis aux *Lovenia* les *Sarsella* qui en diffèrent par un unique caractère dont Pomel semble avoir exagéré l'importance et qui, dans la pratique, est de constatation souvent délicate ou même impossible, si bien que certaines espèces ont été balancées entre ces deux genres. — *Sarsella* Pomel (type *Breynia sulcata* Haime) ne diffère de *Lovenia* Desor que par ses tubercules fortement scrobiculés comme chez *Lovenia*, mais ne formant pas d'ampoules à la face interne du test. *Sarsella* Pomel a d'ailleurs été rejeté en synonymie de *Lovenia* par certains auteurs tels que Duncan, MM. Delage et Hérouard.

Lovenia anteroalta Greg. (*Sarsella*) — Malte, Émilie. — Néog. inférieur et moyen (= *Hemipatagus grignonensis* Mazz.).

L. Duncani Greg. (*Sarsella*) — Malte. — Néog. inférieur (= *Spatangus Hoffmanni* Wr., non Goldf., = *Spatangus ocellatus* Wr., non Deffr.).

L. Gauthieri Cott. — Drôme — Néog. inférieur (?) (niveau exact non précisé).

L. Lamberti Greg. (*Sarsella*). — Cyrénaïque. — Néog. inférieur.

L. Lorioli Cott (?). — Drôme. — Néog. inférieur.

L. Peroni Cott. — Corse. — Néog. inférieur.

L. tuberosa Fraas (*Euspatangus*). — Égypte (Geneffe). — Néog. inférieur (*fide* Fourtau).

Les *Lovenia* caractérisent les dépôts sub-littoraux peu profonds jusque vers 50 mètres. On n'en a pas signalé dans le Néogène supérieur (Astien) et, sauf *L. anteroalta* Greg. signalé dans les sables des environs de Modène, aucun *Lovenia* n'a encore été cité dans le Néogène moyen (Helvétien).

Genre **Echinocardium** Gray, 1825.

Type : *Echinocardium mediterraneum* Gray (actuel).

Echinocardium Deikei Des. — Suisse, Souabe. — Néog. moyen.

E. depressum Ag. (*Amphidetus*). — Bouches-du-Rhône (cap Couronne), Alpes-Maritimes (Vence). — Je cite par exception cette espèce, bien qu'elle n'ait pas encore été figurée. — M. Lambert déclare avoir comparé des exemplaires du cap Couronne, avec le néotype de Cotteau et l'*Echinocardium* de Vence qui présente les mêmes caractères ; malheureusement notre savant confrère n'en donne aucune figure. J'ai moi-même recueilli au cap Couronne des fragments d'*Echinocardium* en trop mauvais état pour se prêter à une détermination précise : car deux espèces de ce genre y ont été citées.

E. geneffense Gauth. — Égypte. — Néog. inférieur.

E. intermedium Löczy. — Hongrie — Néog. moyen.

E. Oppenheimi Lamb. — Vicentin (Schio). — Néog. inférieur (= *E. gibbosum* Oppenheim, non Gray).

E. Peroni Cott. — Corse. — Néog. moyen (voisin d'*Echinocardium intermedium* Löczy).

E. Saccoi Gauth. — Égypte. — Néog. supérieur.

E. Sartorii Ag. (*Amphidetus*). — Sicile. — Néog. supérieur.

E. tuberculatum Gauth. — Bouches-du-Rhône (cap Couronne). — Néog. inférieur.

Les *Echinocardium*, de même que les *Lovenia*, caractérisent généralement les dépôts sub-littoraux de faible profondeur.

Genre **Cleistechinus** de Loriol, 1882.

Type : *Cleistechinus Canavarii* de Lor. (Schlier).

Cleistechinus Canavarii de Lor. — Marches (Camerino). — Néog. moyen. — Ce genre, rapproché des *Argopatus* par de Loriol, ne renferme que cette unique espèce incomplètement connue.

CHAPITRE III

CONTRIBUTIONS A L'ÉCHINOLOGIE NÉOGÈNE.

(BASSIN MÉDITERRANÉEN.)

Parmi les Échinides néogènes que m'ont procuré mes recherches en quelques points du Bassin Méditerranéen, ou que j'ai pu étudier grâce à de bienveillantes communications, quelques-uns sont particulièrement intéressants, soit au point de vue de leur répartition stratigraphique ou géographique, soit surtout au point de vue paléontologique. — Les observations nouvelles qui résultent de mes études n'ont pu forcément porter que sur un nombre restreint d'espèces : ce sont uniquement celles dont j'ai pu avoir entre les mains des exemplaires en bon état de conservation et dont la provenance est certaine, soit qu'ils aient été recueillis par moi-même, soit que les collections dont ils proviennent offrent toutes garanties d'origine. — En ce qui concerne les références bibliographiques, j'ai cru devoir m'en tenir pour chaque espèce à l'indication de l'ouvrage où elle a été décrite ou figurée pour la première fois : je donne d'ailleurs, à la fin de ce mémoire, une liste indiquant, pour chaque région du Bassin Méditerranéen, les travaux les plus importants concernant les Échinides.

Cyathocidaris avenionensis Desm. (*Cidarites*).

(Pl. I, fig. 1-8).

1838. — *Cidaris avenionensis* Desmoulins. Tableau des Échinides, p. 336.

1840. — *Cidaris stemmacantha* Agassiz. Description des Échinodermes fossiles de la Suisse. Seconde partie, p. 73, pl. XXI a, fig. 4.

Cette espèce est commune dans tout le Bassin Méditerranéen durant le Néogène inférieur et moyen. Les radioles surtout sont fréquentes et leur ornementation est très variable ; mais les segments de test sont toujours rares. M. Lambert vient de figurer du Burdigalien de Saint-Resitut (Drôme) un test complet, mais un peu déformé. Bazin avait figuré autrefois un fragment provenant de Saint-Juvat en Bretagne. Je n'ai recueilli que deux interambulacres analogues, l'un dans le Burdigalien des environs de Carry (Bouches-du-Rhône), l'autre figuré planche I, fig. 1, dans le Burdigalien des Angles, près Avignon. — Je figure en outre (pl. I, fig. 2-8) quelques radioles et plaques de test provenant de l'Aquitainien supérieur des environs de Carry et Sausset (Bouches-du-Rhône) recueillis dans les couches à Lépidocyclines. Jusqu'ici cette espèce n'était connue en France que du Burdi-

galien et de l'Helvétien (Néogène moyen), mais elle existe sur la côte de Provence dès l'Aquitainien supérieur en compagnie des Lépidocyclines. — Deux de ces radioles sont bien complètes : la plus grande, un peu comprimée, présente l'ornementation habituelle chez cette espèce, granules alignés en séries longitudinales, se transformant en épines sur les

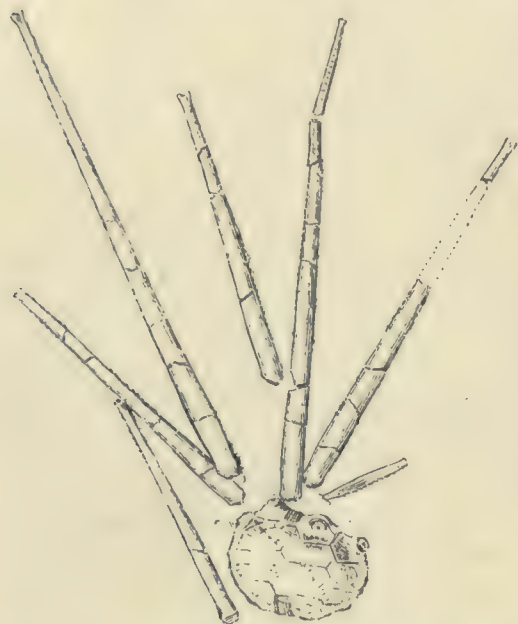


Fig. 9. — *Cyathocidaris avenionensis*. Globigerina Limestone. Malte. Collection de l'Université de Valletta (1/2 grandeur).

côtés. La seconde (fig. 3) parfaitement cylindrique et plus courte, montre sur toute sa longueur de fins granules alignés restant bien distincts. Sur les fragments (fig. 4 et 5), qui montrent les sommets des radioles, on remarque, au contraire, que les granules, en s'anastomosant, donnent de véritables costules (1). Je n'ai recueilli, soit à Carry, soit à Sausset, aucune radiole se terminant en corolle. — On sait, d'ailleurs, que les radioles à corolle terminale bien développée n'existaient qu'à la partie supérieure du test ; elles sont donc moins fréquentes que les autres et pouvaient atteindre en longueur plus de quatre fois le diamètre du test. — A ce sujet je donne ici le dessin

d'un *Cyathocidaris avenionensis* Desm., dont le test et les radioles ont malheureusement été fortement usés. Ce croquis, réduit de moitié, reproduit fort exactement la photographie qui m'a été gracieusement envoyée par MM. les Professeurs Magro et Tagliaferro d'un exem-

plaire maltais provenant du *Globigerina Limestone*, et conservé à l'Université de Valletta.

La découverte de *Cyathocidaris avenionensis* dans les couches à Lépidocyclines de Carry-Sausset confirme l'existence de cette espèce dans le Bassin Méditerranéen dès l'Aquitainien supérieur et l'attribution certaine au *Cyathocidaris avenionensis* Desm. des radioles du Lower Coralline Limestone décrites de Malte par M. Gregory sous le nom de *Cidaris oligocenus*.

Arbacina Piæ Lovisato (Pl. I, fig. 9).

1895. — *Arbacina Piæ* Lovisato, in Cotteau, Description des Échinides recueillis par M. Lovisato dans le Miocène de la Sardaigne. Mém. Soc. Géol. France (Paléontologie), p. 13, 14, pl. III, fig. 1-6.

1907. — *Arbacina Piæ* Lovisato. J. Lambert, Description des Échinides fossiles des terrains miocéniques de la Sardaigne. Mém. Soc. Pal. Suisse, vol. XXXIV, p. 32-33.

J'avais remarqué, lors d'une visite aux collections du British Museum à Londres, un petit *Arbacina* provenant de Malte. Aucune espèce de ce genre n'ayant été signalée dans la liste, pourtant si riche, des Échinides maltais, M. le Professeur F.-A. Bather eut l'ama-

(1) De Loriol a figuré du Portugal une extrémité de radiole identique. Voir la planche I, fig. 4, de son mémoire « Description des Échinodermes tertiaires du Portugal ».

bilité de me communiquer sur ma demande ce précieux et unique échantillon : je suis heureux de lui exprimer ici mes vifs remerciements.

Cet exemplaire a été comprimé latéralement et la face inférieure est encroûtée de calcaire ; mais l'un des côtés, bien dégagé, présente fort nettement les caractères des *Arbacina*, et, en particulier, de l'*Arbacina Piæ* Lov. Il mesure transversalement un peu plus de 4 millimètres ; sa hauteur est de 2^{mm},5 (dimensions légèrement plus petites que celles de l'exemplaire figuré par Cotteau).

Les caractères qui le rattachent à *Arbacina Piæ* sont les suivants :

1^o Zones porifères non déprimées à paires de pores directement superposées.

2^o Aires ambulacraires de même largeur avec tubercules inégaux, bien développés à l'ambitus, atténués à la face supérieure. Les granulations contiguës, s'irradiant tout autour des tubercules mamelonnés, scrobiculés et les reliant à des granules disposés en cercle autour de ces tubercules, sont particulièrement bien visibles.

3^o Zone miliaire partout granuleuse, ce qui le différencie de *Prionechinus tener* de Lor. et *Arbacina mutellensis* de Lor. — Je n'ai pas noté d'impressions suturales sous les tubercules : elles n'ont, d'ailleurs, pas été signalées par Cotteau, mais M. Lambert a constaté sur des *Arbacina Piæ* de Sardaigne trois pseudo-fossettes. Peut-être, leur absence sur l'exemplaire de Malte doit-elle être attribuée à sa petite taille. On sait, d'ailleurs, que ces fossettes sont souvent fort peu distinctes chez certains *Arbacina* classés récemment, en raison de l'absence dûment reconnue d'impressions suturales, dans le genre *Prionechinus* Ag.

4^o Absence absolue de tubercules secondaires.

Niveau. — L'exemplaire de Malte appartenant aux collections du British Museum (catalogué E. 4304) provient des « Transition Beds 4 et 5 » entre le *Globigerina* Limestone et le Lower Coralline Limestone, c'est-à-dire de l'Aquitanién supérieur ou, tout au plus, de la base du Burdigalien. — En Sardaigne, *Arbacina Piæ* Lov. a été cité par M. J. Lambert dans l'Aquitanién (grès de Mandas), le Burdigalien (Cadreas) et l'Helvétien (Cap Sant'Elia, Portotorres, Thiesi). Ce serait un des premiers *Arbacina*, ce genre ne faisant son apparition, dans l'état actuel de nos connaissances, qu'au Néogène inférieur (Aquitanién supérieur), en même temps que le genre *Prionechinus* qui ne s'en différencie que par l'absence de fossettes suturales et par les pores parfois disposés faiblement en arcs, ce qui ne me paraît avoir tout au plus qu'une valeur de sous-genre.

***Psammechinus coronalis* Lambert.**

(Pl. I, fig. 10-14.)

1910. — *Psammechinus coronalis* Lambert. Description des Échinides des terrains néogènes du bassin du Rhône. Mém. Soc. Pal. Suisse, vol. XXXVII, p. 39, pl. III, fig. 18-20.

M. Lambert indique comme provenance de cette belle espèce l'Helvétien de la Couronne (Bouches-du-Rhône) d'après la collection Jacquemet. Il y a là bien certainement

une erreur de localité précise et aussi de niveau stratigraphique, non imputable sans doute à notre savant confrère, mais qu'il convient de rectifier.

Psammechinus coronalis Lamb. appartient, en effet, non à l'Helvétien, mais à l'Aquitanién supérieur. Je l'ai recueilli en deux points de la côte, ainsi que je l'indiquais dans une note antérieure [265] :

1° Entre le Grand-Vallat et Sausset, en assez grande abondance dans l'Aquitanién supérieur (couches sablo-gréseuses à *Pleuromectia subpleuromectes* d'Orb.), accompagnant du *Cyathocidaris avenionensis* Desm., *Schizaster* sp. et *Spatangus* sp. ;

2° A l'est de la crique Barqueroute, entre Carry et le Rouet (couches marno-sableuses) avec *Cyathocidaris avenionensis* Desm., *Parasalenia Fontannesi*, *Brissus Bastiæ* Oppenh. et *Schizaster* sp. C'est un niveau où existent des Lépidocyclines. En ce point, *Psammechinus coronalis* est un peu plus rare, mais les exemplaires sont fort bien conservés, tel celui figuré ici planche I, fig. 10-14.

Observations. — L'échantillon que je figure atteint une taille légèrement plus grande que mes autres exemplaires recueillis dans les couches sablo-gréseuses à *P. subpleuromectes* d'Orb. où ne se rencontrent pas les Lépidocyclines. Son diamètre mesure 32 millimètres, sa hauteur 15^{mm},5 (dimensions plus fortes que l'exemplaire de la collection Chatelet décrit par M. Lambert). Il est, d'ailleurs, parfaitement conforme à la description de l'espèce. J'ajouterai seulement que les tubercules secondaires de la zone médiane ambulacraire ne forment pas ici deux rangées parfaitement régulières, l'une d'entre elles s'interrompant parfois, notamment à l'ambitus, où des granules occupent par endroits la place d'une des rangées de tubercules secondaires (pl. I, fig. 13). En outre, dans les interambulacres, les rangées secondaires externes ne sont nettement dédoublées à l'ambitus que pour un ou deux tubercules (pl. I, fig. 14).

La caractéristique la plus remarquable de cette espèce, sur laquelle M. J. Lambert a fort justement attiré l'attention, c'est la profondeur des scissures du péristome, certainement aussi profondes que celles des *Schizechinus* les plus typiques, tels que ceux figurés planche I, fig. 15, 16. — A mon avis, *Psammechinus coronalis* est un ancêtre direct, encore de taille relativement petite, des *Schizechinus* de grande taille apparus dans l'Helvétien, ou des *Anapesus* qui ne diffèrent de *P. coronalis* que par la dénudation des zones interambulacraires au voisinage de l'apex. Cette dénudation s'explique par l'accroissement de la taille : *plus une espèce grandit ou prend de l'âge, moins elle est ornée ou plutôt son ornementation tend à disparaître*. Les exemples à l'appui de cette loi générale abondent chez les Échinides (tels les jeunes présentant une ornementation qui disparaît chez l'adulte (ex. : *Codiopsis doma* Ag. du Cénomanien).

En résumé, les plus anciens *Schizechinus* à profondes scissures branchiales ont d'abord été de petite taille et leur ornementation générale est identique à celle des *Psammechinus* typiques. *Schizechinus* n'est qu'un rameau du genre *Psammechinus* qui apparaît représenté au Néogène inférieur par des espèces encore de petite taille à caractères mixtes, telles que *Psammechinus coronalis* Lamb.

Schizechinus Duciei Wright (*Echinus*).

(Pl. I, fig. 15, 16).

1855. — *Echinus Duciei*. Wright. On Fossil Echinoderms from the Island of Malta. Ann. Mag. Nat. Hist. (2), t. XV, p. 109, pl. IV, fig. a-f.

1887. — *Anapesus sahelensis*. Pomel. Paléontologie ou Descript. des anim. foss. de l'Algérie, p. 301; C, pl. III, fig. 1-7.

Historique. — L'*Echinus Duciei* fut reporté par Desor dans le genre *Psammechinus* Ag. La profondeur de ses scissures branchiales, ses larges ambulacres, ses tubercules semblables en rangées verticales et horizontales sont des caractères très nets de *Schizechinus*, genre dans lequel il a été rangé récemment par MM. Lambert [381] et Stefanini [356]. D'autre part, Pomel, en 1887, décrivait et figurait son *Anapesus sahelensis* pour une espèce du Sahélien des environs d'Oran. Aucune comparaison n'a été établie jusqu'ici entre l'espèce tortonienne de Malte (Upper Coralline Limestone) et l'espèce algérienne du Sahélien d'Oran.

Schizechinus Duciei et *Schizechinus sahelensis* Pom. — J'ai pu faire cette comparaison, grâce à de bons matériaux rapportés ou communiqués de Malte, et d'autre part en étudiant d'excellents exemplaires du Sahélien d'Oran conservés à l'École des Mines. Je figure, pl. I, fig. 15, 15 a, un *Schizechinus Duciei* de Malte, et j'ai choisi comme terme de comparaison un *Schizechinus sahelensis* Pom., sensiblement de même taille, qui est l'exemplaire ayant servi à la description de l'appareil apical faite par Peron et Gauthier. Voici les dimensions respectives de ces deux exemplaires figurés planche I, fig. 15, 16.

	MALTE (UPPER CORALLINE LIMEST.) Fig. 15, 15 a.	ORAN (SAHÉLIEN). Fig. 16, 16 a, 16 b.
Diamètre.....	56mm,5	61 millimètres.
Hauteur.....	31 millimètres.	33 —
Péristome.....	18mm,5	20 —

Je n'ai constaté aucune différence spécifique notable entre les *Schizechinus* de l'Upper Coralline Limestone maltais et ceux du Sahélien d'Oran : bien au contraire, les mêmes caractères se retrouvent identiques chez ces deux espèces, dont l'une (celle de Pomel) fait par conséquent double emploi. *Schizechinus sahelensis* Pom., tombant en synonymie avec *Schizechinus Duciei* Wright, doit disparaître de la Nomenclature, d'après la loi de priorité.

Les deux espèces ont été déjà bien décrites, et je n'insisterai que pour préciser certains détails :

1^o Ornementation générale. — Le nombre et la disposition des tubercules principaux ou secondaires, ambulacraires ou interambulacraires, sont identiques. Le test est fortement chagriné chez *S. Duciei* comme chez *S. sahelensis* Pom. M. Stefanini avait déjà fait remarquer, en décrivant soigneusement les plaques interambulacraires de l'espèce maltaise, que certains prétendus *Anapesus* figurés par Pomel présentaient des dispositions analogues, entre autres *S. sahelensis* Pom. (*Anapesus*).

2° Appareil apical. — Je reproduis ici les appareils apicaux du *Schizechinus Duciei* Wright et de l'*Anapesus sahelensis* Pom., figurés planche I. Chez ces deux individus, l'apex hémiolecycle offre la même ornementation tuberculeuse. La figure donnée par Wright (pl. IV, fig. 2), est de pure invention (1) : lui-même déclare d'ailleurs dans son texte (p. 110)

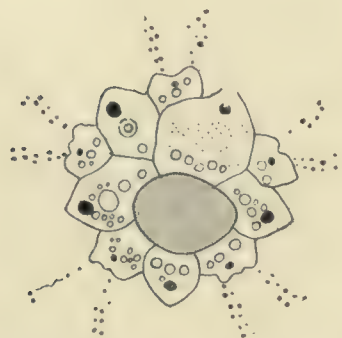


Fig. 10. — *Schizechinus Duciei* Wr. (*Anapesus sahelensis* Pom.). Sahélien. Environs d'Oran. Appareil apical $\times 3$ de l'échantillon figuré pl. I, fig. 16.

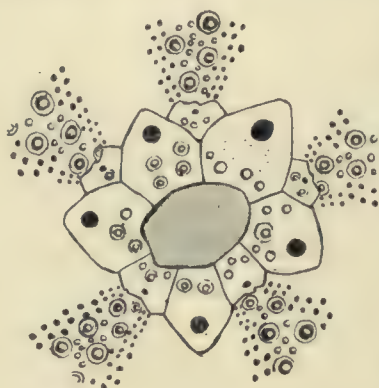


Fig. 11. — *Schizechinus Duciei* Wr. Upper Coralline Limestone. Appareil apical $\times 3$ de l'échantillon figuré pl. I, fig. 15.

que l'appareil apical manque chez les échantillons examinés. Peron et Gauthier ont fait remarquer l'anomalie consistant dans l'exclusion de la plaque génitale antérieure de gauche du cercle anal sur l'exemplaire ici figuré, planche I et figure 10.

3° Péristome. — Les scissures branchiales sont également profondes chez les exemplaires maltais et chez les exemplaires algériens. Le péristome est constamment subdécagonal.

Niveau. — A Malte, *S. Duciei* Wright se recueille communément dans l'Upper Coralline Limestone (Tortonien). En Algérie, cette même espèce est caractéristique du Sahélien, actuellement considéré comme l'équivalent marin du Pontien ; Pomel, qui n'avait pas comparé l'espèce algérienne au *S. Duciei*, lui avait donné le nom de *Anapesus sahelensis*. A propos de l'existence du *S. Duciei* à Malte, son niveau habituel est assurément l'Upper Coralline Limestone ; cependant, l'Université de Valletta m'a communiqué un *Schizechinus Duciei* Wr., parfaitement caractérisé, mais dont les tubercules sont un peu moins développés et l'ornementation générale plus fine : sa gangue paraît bien identique au *Globigerina* Limestone. — L'existence de *S. Duciei* Wr. avec une ornementation plus fine ou moins développée dès le *Globigerina* Limestone (Burdigalien), me paraît donc assez probable ; mais les grands exemplaires à tubercules égaux en grosseur à ceux du Sahélien des environs d'Oran sont communs seulement dans l'Upper Coralline Limestone, à Malte et Gozo.

Tripneustes Parkinsoni Agassiz.

(Pl. I, fig. 17).

1846. — *Tripneustes Parkinsoni*. Agassiz et Desor. Catalogue raisonné des Échinides. Ann. des Sc. nat. (3), Zoologie, t. VI, p. 364.

Les meilleures figures du *Tripneustes Parkinsoni* Ag. sont celles données récemment par M. Lambert [266]. Je reproduis seulement (pl. I, fig. 17) un échantillon présentant l'appareil masticateur encore en place, parfaitement conservé. Aux environs de Fos, qui

(1) L'apex figuré est dicyclique.

est la localité type, de tels exemplaires ne sont pas très rares (1), notamment près de la station du chemin de fer. Par contre, il est à peu près impossible de rencontrer des spécimens non écrasés. Le test de ces Échinides d'assez grande dimension n'a pu supporter les pressions ultérieures, et généralement la face supérieure se trouve effondrée sur la face inférieure, ainsi qu'on peut le constater sur l'échantillon figuré ici, dont cependant la lanterne et les fines radioles sont encore en place.

La lanterne présente des pyramides aussi développées que celles des grands *Sphærechinus granularis* Ag. vivant actuellement dans la Méditerranée par 20 à 30 mètres de fond. *Tripneustes Parkinsoni* Ag. se trouve à Fos, dans une mollasse néritique pétrie de *Lithothamnium*; de même que son congénère actuel *Tripneustes variegatus* Klein (*Cidaris*), *Tripneustes Parkinsoni* Ag. vivait sans doute, vers trente mètres de fond, parmi des algues calcaires.

Niveau. — La mollasse à *Tripneustes Parkinsoni* de Fos, d'Istres, et de quelques autres localités du Gard et de Vaucluse, appartient au Burdigalien. Le genre *Tripneustes* apparaît dans le Néogène inférieur et compte deux espèces seulement dans le Bassin Méditerranéen : *T. Parkinsoni* Ag. (France, Corse, Sardaigne, Piémont); *T. gahardensis* Seunes (*Hipponoe*), décrit par M. Lambert de l'Helvétien inférieur de la province de Barcelone. *T. planus* Ag. (*Echinus*), ne me paraît pas se distinguer spécifiquement de *T. Parkinsoni*, dont il n'est sans doute qu'une variété de grande taille.

Echinometra miocenica de Loriol.

1902. — *Echinometra miocenica* de Loriol. Notes pour servir à l'étude des Échinodermes. Fasc. X, p. 12, pl. III, fig. 4-5.

La localité de Sériège (Hérault), est jusqu'ici le seul gisement connu de cette espèce. *Echinometra miocenica* de Lor. y est abondant dans une mollasse pétrie de coraux : c'est un véritable récif corallien, datant du Néogène moyen, comparable aux formations coralliennes actuelles de la mer Rouge, par exemple, où vit également *Echinometra lukunter* Linné, jusqu'à 35 mètres de profondeur environ. L'espèce, bien décrite et figurée par de Loriol, a été dernièrement nommée *Ellipsechinus* par M. Lambert ; je crois préférable de conserver le nom d'*Echinometra*, consacré par l'usage.

Je figure ici (fig. 12) l'appareil apical conservé en partie sur un de mes exemplaires. Ce dessin a été fait directement sur une épreuve photographique : le grossissement est de 5 diamètres; deux plaques génitales ont conservé des vestiges frustes de tubercules. Le plus grand des échantillons que j'ai recueillis à Sériège mesure 43 millimètres (grand diamètre), 36^{mm},5 (petit diamètre), 20^{mm},5 en hauteur.

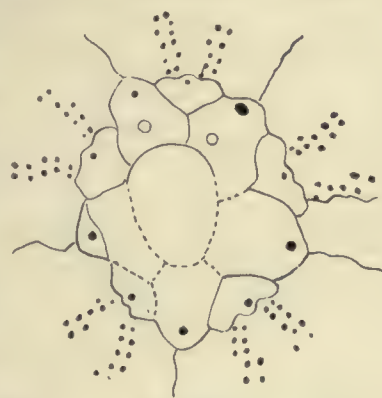


Fig. 12. — *Echinometra miocenica* de Lor. Tortonien. Sériège (Hérault). Appareil apical $\times 5$ (le pointillé indique la partie restaurée).

(1) On sait que dans d'autres localités du bassin du Rhône, notamment à Theziers (Gard), la mollasse burdigalienne à *Lithothamnium* renferme également en abondance *Tripneustes Parkinsoni* Ag.

Echinometra miocenica de Lor. est la seule espèce fossile du genre actuellement connue, et la mollasse coralligène de Sériège (Hérault) est son unique gisement. Il faut remarquer, en effet, qu'on connaît encore fort peu de gisements néogènes à faciès coralligène. En France, je signalerai, outre ce gisement de Sériège datant du Tortonien (Néogène moyen), les couches à *Parasalenia Fontannesii* Cott., dans l'Aquitainien supérieur (Néogène inférieur) des environs de Carry et Sausset. — Les Échinides réguliers vivant dans les coraux, tels que *Echinometra* et *Parasalenia*, sont caractérisés par leur forme constamment elliptique, montrant ainsi une ébauche de la symétrie bilatérale réalisée chez les Spatangidés.

***Echinocyamus stellatus* Capeder.**

(Pl. VII, fig. 7-11).

1892. — *Echinocyamus Studeri* Greg. (non Sismonda). The Maltese fossil Echinoidea and their evidence on the correlation of the Maltese Rocks. Trans. Roy. Soc. Edinburgh, t. XXXVI, p. 592, pl. I, fig. 8-10.
 1906. — *Echinocyamus stellatus* Capeder. Fibularidi del Miocene medio di S. Gavino a mare (Portotorres-Sardegna). Bull. Soc. Geol. Ital., vol. XXV, p. 510-512, pl. X, fig. 7 a-c.
 1906. — *Echinocyamus umbonatus* Capeder (non Pomel). Fibul. del Miocene medio di S. Gavino a mare (Portotorres-Sardegna). Id., p. 502, 503, pl. X, fig. 3 a-c.
 1909. — *Fibularia melitensis* Lambert. Description des Échinides fossiles des terrains miocéniques de la Sardaigne (seconde partie). Mém. Soc. Pal. Suisse, vol. XXXV, p. 127.
 1909. — *Fibularia stellata* Capeder (*Echinocyamus*) Lambert. Id., p. 122, pl. XI, fig. 8-13.

M. le professeur F.-A. Bather a bien voulu me communiquer trois *Echinocyamus* (1) provenant de Malte (couches de base du *Globigerina* Limestone). Ces exemplaires, catalogués E. 11323, E. 11325 des collections du British Museum, appartiennent à l'espèce figurée par M. Gregory sous la dénomination erronée d'*Echinocyamus Studeri* Sismonda. Voici les dimensions de deux de ces exemplaires :

	A	B
Diamètre antéro-postérieur.....	3mm,5	3 millimètres.
Diamètre transversal.....	2 millimètres.	1mm,5
Hauteur.....	3 —	3 millimètres.

La forme générale du test, toujours légèrement variable, suivant les individus, comme chez toutes les espèces d'*Echinocyamus*, est largement ovale ou un peu rétrécie en avant : le profil surtout est assez variable, les exemplaires dont la face supérieure est convexe étant plus ou moins renflés. L'apex non mucroné est excentrique en avant, avec quatre pores génitaux plus ou moins visibles. Les ambulacres, relativement courts, sont bien ouverts : je compte, en moyenne, de six à huit paires de pores dans les ambulacres, plus ou moins distincts, suivant les individus. La face inférieure plane n'est pulvinée qu'aux alentours du péristome subcentral. Le périprocte, plus ou moins large, est situé entre le péristome et le bord postérieur dont il est un peu plus rapproché.

(1) M. J. Lambert, s'appuyant sur des figures discutées de Van Phelsum, créateur du genre *Echinocyamus*, estime que tous les *Echinocyamus* des auteurs doivent être réintégrés dans le genre *Fibularia* Lmk., et inversement les *Fibularia* des auteurs sont pour M. Lambert des *Echinocyamus*. — Cotteau avait déjà fait remarquer que de pareilles modifications ne pouvaient qu'embrouiller la nomenclature généralement admise : je me range à cette opinion et continue à comprendre les *Echinocyamus* comme l'ont fait tous les Échinologues.

Rapports et différences. — Ces *Echinocyamus* de Malte sont fort différents de l'*Echinocyamus Studeri* Sism. (*Anaster*) de l'Helvétien des collines de Turin, figuré par Sismonda, auquel les identifiait M. Gregory ; M. Lambert a proposé d'en faire une espèce à part sous le nom de *Fibularia melitensis* Lamb. En réalité, les *Echinocyamus* en question n'appartiennent pas à une espèce spéciale à Malte. L'étude directe des exemplaires conservés au British Museum montre qu'ils ne se différencient pas de l'*Echinocyamus stellatus*, décrit et figuré par M. Capeder, du Burdigalien et de l'Helvétien de Sardaigne, auquel M. J. Lambert réunit avec raison *E. umbonatus* Cap. (non Pomel), et *E. infundibuliformis* Cap.

Il existe également en Sardaigne et dans le Bassin du Rhône (Burdigalien) un autre *Echinocyamus*, d'abord attribué par de Loriol à l'*Echinocyamus umbonatus* Pom., espèce différente du Sahélien d'Oran, et distingué par M. Lambert, qui le nomme *Fibularia Pellati* [381]. Cet *Echinocyamus* du Burdigalien paraît très voisin d'*E. stellatus* Cap., auquel il devrait peut-être être réuni. D'après les descriptions et les figures données par de Loriol et M. J. Lambert, *E. Pellati* Lamb. (*Fibularia*) aurait un test de forme ovale, plus allongé, plus déprimé, la face inférieure pulvinée, un appareil apical en bouton plus ou moins saillant : ce sont, en somme, les seuls caractères distinctifs de ces deux espèces dont l'apex, le péristome et le périprocte, occupent les mêmes positions respectives.

Quoi qu'il en soit, ces *Echinocyamus* de Malte ont tous les caractères de l'*Echinocyamus stellatus* Cap. qui, en Sardaigne, existe dans le Burdigalien et persisterait dans l'Helvétien. Notons, d'ailleurs, que *E. stellatus* Cap. et *E. Pellati* Lamb. (*Fibularia*) sont, sans doute, les ancêtres directs de l'*Echinocyamus umbonatus* Pom. du Sahélien d'Oran.

Scutella Michaleti Lambert.

1906. — *Scutella Michaleti* Lambert. Étude sur les Échinides de la molasse de Vence. Ann. Soc. Lettres, Sciences et Arts des Alpes-Maritimes, t. XX, p. 6.

J'ai recueilli, dans l'Aquitaniens des environs de Carry, un unique exemplaire d'une grande Scutelle brièvement signalée dans cette localité par M. Lambert, en 1906, mais non encore figurée. Mon exemplaire, quoique défectueux, a pu être dégagé suffisamment à la face inférieure, et je peux compléter ainsi la description de mon savant confrère. Les dimensions sont les suivantes : diamètre antéro-postérieur : 104 millimètres ; épaisseur du bord postérieur : 2^{mm},5 ; diamètre transversal : 114 millimètres ; largeur des marges : 25 millimètres ; longueur des pétales : 22 millimètres environ ; largeur des pétales : 10 millimètres.

Les pétales peu développés sont fermés : la marge est large. A la face inférieure, le périprocte, arrondi et de petite taille, est tout à fait rapproché du bord postérieur. Les sinus correspondant aux ambulacres postérieurs sont bien marqués : le bord postérieur paraît très faiblement échancré en face du périprocte.

Rapports et différences. — A ne considérer que la face supérieure, *S. Michaleti* Lamb. paraît très voisin de *S. melitensis* Airaghi (= *Scutella subrotunda* Leske, pour

M. Lambert), particulièrement en ce qui concerne les dimensions et la forme des pétales ainsi que la largeur des marges ; mais il en diffère notablement :

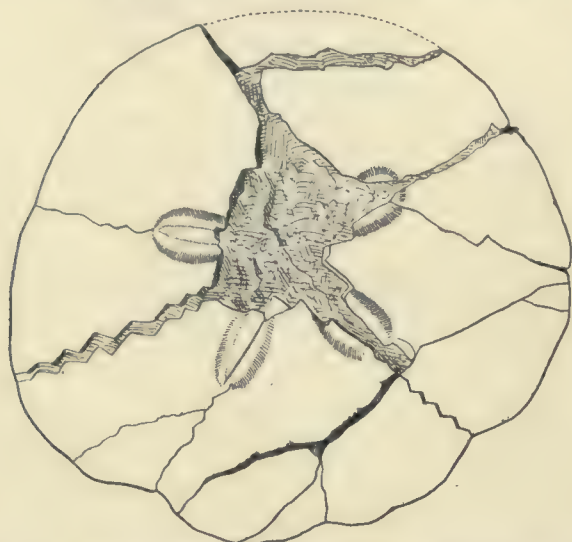


Fig. 13. — *Scutella Michaleti* Lamb. (1/3 de grandeur). Aquitanien, entre l'anse du Rouet et la crique Barqueroute près Carry (Bouches-du-Rhône).

1^o Par sa forme générale, plus large que longue ; chez *S. melitensis* Air., les deux diamètres sont sensiblement égaux et les contours plus sinueux.

2^o Le périprocte est tout à fait rapproché du bord postérieur (à 1^{mm},5) chez *S. Michaleti* Lamb. ; chez *S. melitensis*, le périprocte est à mi-distance du péristome et du bord postérieur (sur un exemplaire mesurant transversalement 115 millimètres, et longitudinalement 118 millimètres, le périprocte est situé à 27^{mm},5 du bord postérieur).

S. Michaleti Lamb. fait partie du groupe des Scutelles archaïques à ambulacres courts, marges étendues, apparu dès le Néonummulitique avec *S. subtetragona* Grat., *S. Agassizi* Oppenh. *S. Lamberti* Airag., *S. Paronai*

Air., *S. Isseli* Air., etc. Ce groupe atlantique, puis méditerranéen, s'éteint dès le Burdigalien, après avoir été représenté dans l'Aquitanién supérieur méditerranéen par deux espèces de grande taille : *S. melitensis* Airaghi, *S. Michaleti* Lamb.



Fig. 14. — *Scutella Michaleti* (1/3 de grandeur). Fragment du même échantillon montrant l'emplacement du périprocte à la face inférieure.

S. Michaleti Lamb ne peut être comparé aux Scutelles à longs pétales ambulacraires et marges plus restreintes, tels *S. subrotundæformis* Schaur., ou *S. Bonali* Tourn., qui sont du même

âge, mais appartiennent à un groupe différent qui persiste durant le Néogène moyen, et ne disparaît du Bassin Méditerranéen qu'au Néogène supérieur.

Niveau. — J'ai recueilli *S. Michaleti* entre le Rouet et la crique Barqueroute, dans les couches aquitaniennes (sables à *P. subpleuronectes* de Fontannes). La gangue, très sableuse, contient en abondance des moules de Pélécypodes et de Gastéropodes, ainsi que des Globigérines.

Scutella striatula M. de Serres.

1829. — *Scutella striatula*, Marcel de Serres, Géognosie des terrains tertiaires ou tableau des principaux animaux invertébrés des terrains marins tertiaires du Midi de la France, p. 155.

Historique. — Cette espèce, n'ayant pas été figurée par de Serres, a été très diversement interprétée. Agassiz, Desor, d'Orbigny, Tournouer, lui assimilaient une Scutelle du Calcaire à Astéries : Oppenheim fit remarquer que la Scutelle de l'Aquitaine ne pou-

vait être la véritable *S. Stritula* de Serres, dont la provenance indiquée était le calcaire moellon de l'Hérault, et lui donna le nom de *S. Agassizi*. M. Gregory assimila enfin à *S. striatula* de Serres la Scutelle de Malte, nommée depuis *S. melitensis* par Airaghi. De Loriol, en 1902, créa *S. Jacquemeti* pour une Scutelle provenant de la mollasse marno-sableuse helvétique de Saint-Christol, près Lespignan (Hérault); mais, en 1904 [54 bis], il reconnut, parmi trois Scutelles du musée de Genève provenant de la collection de M. de Serres, deux *Scutella Agassizi* Oppenh. (calcaire à Astéries de l'Aquitaine); la troisième, de grande taille, provenant du calcaire moellon de l'Hérault, lui parut s'identifier avec sa *S. Jacquemeti*. Dès lors, *S. Jacquemeti* devait disparaître de la Nomenclature et s'appeler *S. striatula* de Serres, conclusion qui fut adoptée par M. J. Lambert.

J'ai eu la bonne fortune de pouvoir examiner, dans la belle collection de M. Gennevaux, à Montpellier, trois exemplaires fort intéressants, car ils proviennent également de la collection M. de Serres, malheureusement disséminée de façon fort regrettable à la mort de ce savant : ces exemplaires se rapportent à deux espèces de Scutelles de l'Aude et de l'Hérault, mais d'un niveau bien différent. Deux fragments sont étiquetés de l'écriture de de Serres « *ou Scutella subrotunda Lamarck?... moellon* » : ils proviennent de la Vernette, près Salles (environs de Narbonne), et sont de véritables *S. Jacquemeti* de Lor., identiques à l'exemplaire figuré de l'Helvétien marno-sableux de Saint-Christol, près Nissan, où j'ai pu recueillir moi-même de fort beaux échantillons de cette espèce (1). La troisième Scutelle, de plus grande taille, a sa face inférieure enrobée dans une gangue très calcaire, et était simplement étiquetée : « *Scutelle, Faubourg Boutonnet* »; elle est donc d'un niveau bien différent, comme l'atteste d'ailleurs le bloc de calcaire qui cache sa face inférieure : dans les carrières du faubourg Boutonnet, on exploitait autrefois le calcaire moellon burdigalien qui fournit alors, notamment, *Clypeaster intermedius* Desm. (néotype figuré par Desor, sous le nom de *C. grandiflorus*). J'ai pu constater que cette Scutelle de Boutonnet (collection M. de Serres), exemplaire actuellement dans la collection de M. Gennevaux, appartenait à la même espèce que le grand exemplaire conservé actuellement au musée de Genève, dont M. Bedot a bien voulu faire exécuter la photographie (fig. 15) : l'étiquette de cette grande Scutelle du musée de Genève a été rédigée de la main de de Loriol : « *Scutella striatula Marcel de Serres. Échantillon de la collection de Marcel de Serres qui a été achetée par M. Ogier et vendue par lui. Calcaire moellon de l'Hérault* ».

Ses dimensions correspondent exactement à celles indiquées par de Loriol en 1904 : c'est donc bien cet exemplaire qu'il assimilait à sa *S. Jacquemeti*, espèce pourtant bien différente et provenant d'un tout autre niveau.

Explications manuscrites de M. de Serres au sujet de sa Scutella striatula. — La diagnose de la *S. striatula* de Serres est rédigée à la page 156 de la Géognosie des terrains tertiaires, comme suit : « *Scutella subrotunda?* Lamarck. Cette espèce varie beaucoup dans sa forme et la disposition de ses ambulacres. Il est une variété assez constante et bien distincte par la plus grande largeur de ses ambulacres qui sont striés à leur bord externe

(1) D'après les renseignements fournis par mon aimable confrère, M. Gennevaux, qui a bien voulu me communiquer ces précieux exemplaires de la collection de Serres, c'est bien le même niveau stratigraphique, c'est-à-dire l'Helvétien qui affleure à Lespignan, Saint-Christol et près de la ferme de la Vernette (Aude).

d'une manière assez prononcée. Cette disposition, jointe à sa forme plus arrondie, pourrait peut-être la faire séparer de la *Scutella subrotunda* et lui faire donner le nom de *Scutella striatula* C. (calcaire moellon) ». — M. Gennevaux possède un exemplaire de la Géognosie, annoté de la main de M. de Serres : on y lit, page 156, en note manuscrite concernant la *Scutella striatula* : « La variété dont nous parlons est la vraie *Scutella subrotunda* de Lamarck ; l'autre est la *Scutella Faujasii* de DeFrance (Dict. des Sc. Nat., t. XLVIII,



Fig. 15. — *Scutella striatula* M. de Serres. Exemplaire de la collection de Serres conservé au Musée de Genève, portant une étiquette manuscrite de de Loriol. Grandeur naturelle.

p. 230), qui est très aplatie, à ambulacres plus raccourcis et plus finement exprimés, et l'anus plus rapproché du centre que dans *Scutella subrotunda*. La *Scutella Faujasii* est plus grande ; son diamètre transverse est de 0^m,096 à 0^m,100 ; celui de la *Scutella subrotunda* n'est que 0^m,086. » — D'autre part, il existe au laboratoire de Géologie de l'Université de Paris, deux échantillons d'un petit Clypéastre (*Clypeaster scutellatus* de Serres), provenant de la collection de M. de Serres, lesquels sont accompagnés d'une discussion et de la

diagnose de *S. gibbercula* : Marcel de Serres y parle incidemment de sa *S. striatula*, et les lignes suivantes sont écrites par lui-même : « Nous avons, dans notre Géognosie, confondu la *Scutella subrotunda* et *Faujasii* (p. 158), nous les avons considéré (*sic*) comme une variété de la même espèce, et M. DeFrance qui a établi la *Scut. Faujasii*, paraît peu éloignée (*sic*) de cette opinion. Notre *Scutella striatula* est la vraie *Scutella subrotunda* de Lamarck, et notre *Scutella subrotunda* la *Scut. Faujasii* de DeFrance. »

De tout ceci, il résulte deux faits : 1^o Marcel de Serres a lui-même assimilé sa *S. striatula* à la *S. subrotunda* Lmk. telle qu'elle a été figurée, notamment par Agassiz, et comprise par la plupart des auteurs.

2^o Les deux grandes Scutelles provenant de la collection M. de Serres (actuellement, l'une au musée de Genève, l'autre dans la collection de M. M. Gennevaux à Montpellier) appartiennent à une même espèce nommée *Scutella striatula* de Serres par de Loriol qui a eu le tort de vouloir identifier au grand exemplaire du musée de Genève, figure ici (fig. 15) grâce à la complaisance de M. Bedot, sa *S. Jacquemeti* de l'Helvétien de l'Hérault et de l'Aude. La provenance exacte de l'exemplaire conservé par M. Gennevaux est connue : c'est le calcaire moellon burdigalien jadis exploité à Boutonnet, et il est bien probable que le grand exemplaire de la collection de Serres conservé au musée de Genève provient également de Boutonnet (1).

Conclusion. — Il y a donc lieu, à mon avis, de garder le nom de *S. Jacquemeti* de Lor. pour la Scutelle de l'Helvétien de l'Hérault et de l'Aude, qui diffère nettement de cette grande Scutelle du Burdigalien de l'Hérault et n'atteint d'ailleurs *jamais* d'aussi grandes dimensions. On pourrait conserver le nom de *striatula* de Serres, tout au moins à titre de variété, aux grandes Scutelles du Burdigalien qui, à part leur grande taille, ne paraissent pas différer essentiellement, du moins en ce qui concerne la face supérieure, de la *Scutella subrotunda* figurée par Agassiz (= *Scutella leognanensis* Lambert).

Je figure ci-contre (fig. 16) un fragment d'une très grande Scutelle que j'ai recueilli dans le Burdigalien des environs de Sausset (calanque du Rouveau), qui me paraît s'identifier aux deux grandes Scutelles de la collection de Serres dont l'une provient de Boutonnet. La longueur des pétales postérieurs est de 45 millimètres, leur largeur 16 millimètres, dimensions iden-

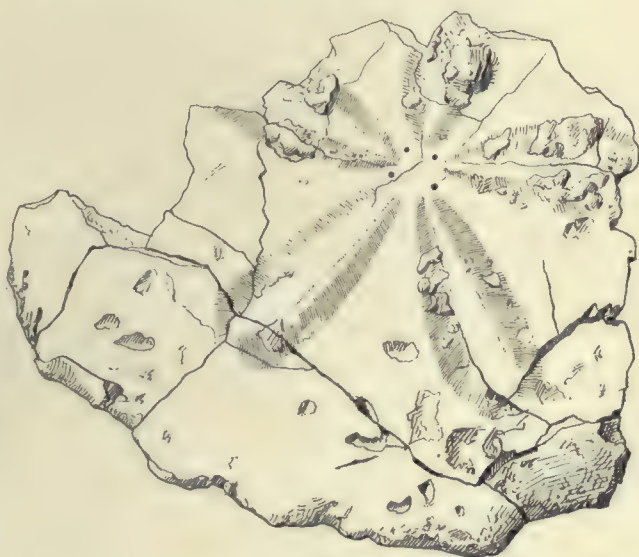


Fig. 16. — *Scutella cf. striatula* de Serres. Burdigalien. Calanque du Rouveau, près Sausset (Bouches-du-Rhône) (1/3 de grandeur).

(1) Ces deux Scutelles ont leur face inférieure engagée dans la gangue qui, chez l'exemplaire de M. Gennevaux, est un calcaire compact.

tiques à celles de la grande Scutelle du musée de Genève. La disposition de l'appareil apical, l'écartement des pores génitaux sont aussi les mêmes. — Dès le Burdigalien, certaines Scutelles atteignent donc de très grandes dimensions. M. Lambert a, d'ailleurs, décrit et figuré *S. tarraconensis* du Burdigalien des environs de Tarragone, qui paraît bien voisin des exemplaires de la collection de Serres, dont l'un au moins provient du Burdigalien de Boutonnet, et du fragment de la grande Scutelle recueilli dans le Burdigalien de Sausset (fig. 16) ; mais je n'ai pu constater la position du périprocte, ni sur les exemplaires de de Serres, ni sur le fragment des environs de Sausset.

Amphiope Boulei nov. sp.

(Pl. V, fig. 9).

L'Aquitanién marin des environs de Carry (Bouches-du-Rhône) m'a fourni un unique exemplaire d'*Amphiope* d'assez grande taille. Ses dimensions sont les suivantes :

Diamètre antéro-postérieur (dimensions probables).....	95 millimètres.
Diamètre transversal au niveau des pétales postérieurs.....	95 —
Hauteur (épaisseur du test brisé près de l'ambulacre impair).....	5 —
Distance du périprocte au bord postérieur.....	10 —
Pétale ambulacraire impair.....	{ Longueur..... 21 —
	{ Largeur..... 8 ^{mm} ,5
Pétales ambulacraires pairs.....	{ Longueur..... 17 millimètres.
	{ Largeur..... 8 —
Lunules.....	{ Longueur..... 8 —
	{ Largeur..... 4 ^{mm} ,5
Distance de l'extrémité des pétales aux lunules.....	10 ^{mm} ,5

Rapports et différences. — Sa taille relativement assez grande, la disposition des lunules, dont le grand axe est situé dans le prolongement des pétales postérieurs, ainsi que l'allongement du pétale ambulacraire impair, sont les principales caractéristiques de l'*Amphiope* aquitanién de Carry. — Les lunules ovalaires allongées dans le sens axial sont une disposition primitive chez les *Amphiope* (ex. : *A. Duffi* Greg. de l'Oligocène de Cyrénaïque, *A. pedemontana* Airag. du Tongrien du Piémont, *A. Agassizi* Des Moul. du calcaire à Astéries) : cette disposition persiste, actuellement encore, chez les *Tretodiscus* dont les lunules sont allongées, étirées en nte, et qui ont pour ancêtres ces *Amphiope*, si bien que M. Stefanini considère comme étant des *Tretodiscus* tous les *Amphiope* qui présentent des lunules ovalaires axiales (1).

Les *Amphiope* plus anciens du Néonummulitique sont tous de taille beaucoup plus petite que notre *Amphiope* de Carry et en diffèrent, de plus, par leurs pétales ambulacraires moins développés et leur périprocte plus rapproché du bord postérieur.

Seul, *Amphiope truncata* Fuchs (= *A. arcuata* et *A. Fuchsi* Fourtau) (2) du Miocène

(1) M. Checchia-Rispoli partage également cette opinion et, dans un récent travail sur des Échinides de Cyrénaïque, a rangé *Amphiope Duffi* Greg. dans le genre *Tretodiscus*. Cet *Amphiope* serait d'âge Oligocène et non du Priabonien.

(2) On sait que Fuchs a décrit deux *Amphiope* du Miocène de Siouah : *A. truncata* Fuchs et *A. arcuata*, réunis avec raison par M. Lambert en une seule espèce. Je ferai remarquer que l'*Amphiope* de Carry se rapproche surtout de la figure d'*Amphiope arcuata* donnée par Fuchs [175], pl. XVI, fig. 4-6.

de Siouah en Égypte est parfaitement comparable, autant que le permet l'état un peu fragmentaire de notre unique échantillon, à l'*Amphiope* de l'Aquitaniens de Carry. Les caractères différentiels proviennent seulement de la taille.

Comparé à *A. truncata* Fuchs, l'*Amphiope* de l'Aquitaniens de Carry offre des dimensions générales plus grandes. Les pétales ambulacraires sont plus développés ; les lunules axiales ovalaires, à mi-distance de l'extrémité des pétales et de la bordure postérieure, sont aussi proportionnellement un peu plus grandes. La face inférieure de notre unique exemplaire (fig. 18) n'a pu être complètement dégagée ; mais le périprocte est parfaitement visible : il paraît plus ouvert, non tout à fait arrondi, mais très légèrement acuminé ; sa distance relativement au bord postérieur est sensiblement la même, toutes proportions gardées, que chez *A. truncata* Fuchs. Je donne ici (fig. 17) la restauration que j'ai tentée de cet *Amphiope* de Carry, figuré également planche V, fig. 9. Il faut en outre remarquer, malgré l'usure des bords par endroits, que les sinus correspondant aux ambulacres étaient faiblement accusés comme chez *A. truncata* Fuchs.

Malgré de nouvelles recherches, je n'ai pu me procurer un second exemplaire de cet *Amphiope*. Toutefois, en considération des quelques différences que je viens d'énu-



Fig. 17. — *Amphiope Boulei* nov. sp. Aquitanien. Cap de Nautes près Carry (Bouches-du-Rhône). Restauration de l'échantillon figuré pl. V, fig. 9.



Fig. 18. — *Amphiope Boulei* nov. sp. Fragment de la face inférieure du même exemplaire montrant l'emplacement du périprocte.

mérer, et surtout à cause des niveaux stratigraphiques différents de l'*Amphiope arcuata* Fuchs cité seulement de l'Helvétien de Siouah (Égypte) et de l'*Amphiope* aquitanien de Carry, je considère que ce dernier doit, tout au moins provisoirement, constituer une espèce nouvelle que je suis heureux de dédier, en témoignage de profonde reconnaissance, à mon éminent maître, M. le professeur Marcellin Boule.

Niveau. — *Amphiope Boulei* provient des couches aquitaniennes à *Pecten subpleuronectes* et *Scutella Michaleti* Lamb. Mon exemplaire a été recueilli entre le port du Rouet et la crique Barqueroute (cap de Nautes), à l'est de Carry (Bouches-du-Rhône). Sa gangue est un grès grisâtre avec moules de Pélécypodes, Gastéropodes et, de même que la gangue de mon exemplaire de *Scutella Michaleti* Lamb., présente de nombreuses Globigérines (1). — On ne connaissait jusqu'ici aucun *Amphiope* dans l'Aquitaniens marin méditerranéen. *A. Boulei* relie *A. duffi* Greg., *A. pedemontana* Airag. (Tongrien), aux *A. chéri-*

(1) J'ai déjà insisté sur ce fait que des Globigérines et autres Foraminifères peuvent se rencontrer, amassés par places, dans des dépôts essentiellement néritiques, ou même littoraux.

chirensis Gauth. (Miocène de Tunisie) et *A. truncata* Fuchs de l'Helvétien de Siouah (Égypte).

***Amphiope elliptica* Desor.**

(Pl. VIII, fig. 1).

1847. — *Amphiope elliptica* Agassiz et Desor. Catal. raisonné, p. 78.

1857. — *Amphiope elliptica* Desor. Synopsis des Échinides fossiles, p. 236.

Le type de cette espèce n'a pas été figuré par Desor ; il indique seulement comme localités, Saint-Restitut, Suze près Saint-Paul-trois-Châteaux (Drôme), Carry près Martigues (Bouches-du-Rhône), et T. 93 comme étant le type (collections Michelin et Albin Gras).

Ayant fait des recherches dans la collection Michelin à l'École des Mines, j'y ai trouvé, effectivement, un bon exemplaire qui porte l'étiquette suivante de Michelin : « T. 93, *Amphiope elliptica* Desor. Carry (Bouches-du-Rhône). Molasse ». Cet exemplaire est absolument identique à deux autres échantillons de la même espèce, recueillis par moi-même entre Carry et Sausset, exactement à l'ouest de l'anse du Rouveau dans la mollasse gréseuse burdigalienne, et doit être considéré comme étant le véritable type de l'*Amphiope elliptica* Desor. ; je le figure pour cette raison planche VIII, fig. 1 (1). — M. J. Lambert a, d'ailleurs, récemment décrit et figuré un *Amphiope* de l'Helvétien de Cucuron (Vaucluse) que notre confrère rapporte à l'*A. elliptica* : sauf pour quelques points, la description de cet exemplaire s'applique en général d'une manière assez exacte aux exemplaires provenant du Burdigalien de Carry-Sausset ; cependant il convient peut-être de faire quelques réserves au sujet de la persistance de cette espèce dans l'Helvétien de Cucuron. Quoi qu'il en soit, voici la description de l'*Amphiope elliptica* Desor d'après l'échantillon de la collection Michelin T. 93 :

Espèce discoïdale dont le diamètre transversal est un peu plus grand que le diamètre antéro-postérieur. Test épais, du moins chez l'adulte. Face supérieure bombée, atteignant sa plus grande hauteur un peu en avant de l'apex, puis régulièrement décline jusqu'à la bordure (épaisseur des bords : côté antérieur, 3 millimètres, côté postérieur, 2 millimètres).



Fig. 19. — *Amphiope elliptica* Desor T. 93. Burdigalien. Carry (Bouches-du-Rhône). Échantillon type de l'espèce vu de profil (légèrement réduit). Collection Michelin à l'École des Mines.



Fig. 20. — *Amphiope elliptica* Desor. Fragment de la face inférieure du type montrant la position du périprocte (1/3 de grandeur).

La face inférieure est à peu près plane, légèrement déprimée aux abords du péristome ; le périprocte est à 8 millimètres environ du bord postérieur.

(1) Cet échantillon a, d'ailleurs, été moulé en plâtre et il en existe aussi un moulage dans les collections de l'École nationale des Mines.

La forme des lunules est subarrondie comme chez certains *Amphiope bioculata*. — Les principales caractéristiques de l'*A. elliptica* sont l'épaisseur de son test, tout au moins chez l'adulte, et aussi ses pétales ambulacraires bien développés dont l'extrémité se resserre brusquement, ce qui leur donne une forme lancéolée, le pétale antérieur étant plus allongé que les pétales pairs.

Exemplaires de l'A. elliptica Desor ayant subi des déformations. — Entre Carry et Sausset, j'ai recueilli des exemplaires adultes non déformés, bien conformes à celui de la collection Michelin que je viens de décrire ; mais, en outre, d'autres exemplaires provenant de la mollasse blanche gréseuse burdigalienne sont tous fortement déformés par compression, notamment à l'est de la calanque du Rouveau.

	EXEMPLAIRE TYPE Pl. VIII, fig. 1.	EXEMPL. N° 1	EXEMPL. N° 2	EXEMPL. N° 3 fig. 21, 22 déformé.	EXEMPL. N° 4 déformé.	EXEMPL. N° 5 déformé.
	millim.	millim.	millim.	millim.	millim.	millim.
Diamètre transversal un peu au-dessous de l'apex.....	90	96	94,5	87,5	?	66
Diamètre antéro-postérieur.....	85	?	87	82,5	?	?
Hauteur.....	14,5	8	6	?	?	?
Longueur du pétale antérieur.....	25	?	20	?	12,5	13
Largeur maxima du pétale antérieur.....	13	14,5	11,5	?	8,5	7,5
Longueur des pétales pairs.....	21	22,5	18,5	?	11,5	13
Largeur maxima des pétales pairs.....	12	13,5	12	13	8	7,5
Distance du périmètre au bord postérieur.....	8,5	?	?	8,5	?	?
Distance du péristome au bord antérieur.....	40	?	?	40	?	?
Diamètre des lunules suivant leur axe transversal.....	9,5	10,5	10	9,5	8	7,5
Diamètre des lunules suivant l'axe du prolongement des pétales postérieurs.....	7,5	7	7	3,5	4,5	?

Ces exemplaires s'identifient, d'ailleurs, parfaitement par tous leurs caractères avec les *A. elliptica* Desor typiques non déformés. — La déformation a porté particulièrement sur les lunules : par suite des compressions subies verticalement, les lunules normalement subarrondies sont devenues transversalement elliptiques, justifiant ainsi le nom d'*A. elliptica* Desor, sans toutefois agrandir leur diamètre transversal. Il en résulte que la physionomie générale du test est fortement modifiée, si bien qu'un observateur non averti ne manquerait pas d'en faire une espèce différente. Je donne, d'ailleurs,

ci-dessus les dimensions du type et de plusieurs exemplaires, soit conformes au type, soit déformés par compression.

Observations à propos de quelques espèces d'Amphiope du Néogène méditerranéen. — J'ai donc pu constater chez *A. elliptica* Des. des exemplaires dont le test a été déformé par suite de compressions verticales qui ont profondément modifié en particulier la forme des lunules. Il est à remarquer, en outre, que certains *Amphiope* avec lunules, peu ouvertes ou même en fente, paraissant par conséquent allongées *transversalement* par rapport aux pétales postérieurs (ex. : *A. Lovisatoi* Cott, *A. Desori* Lov., *A. Hollandei* Cott.), sont extraordinairement aplatis (1). J'estime qu'il serait sans doute facile de démontrer, à

l'aide de nombreux exemplaires recueillis dans les localités types, que les espèces précitées ont été créées pour des *Amphiope* à lunules normalement plus ou moins arrondies, postérieurement déformées par suite de compressions verticales.

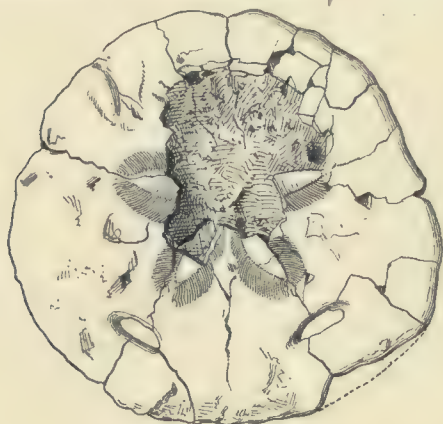


Fig. 21. — *Amphiope elliptica* Desor. Burdigalien inférieur, entre la calanque des Baumettes et la calanque du Rouveau près Sausset (Bouches-du-Rhône). Exemplaire dont les lunules sont déformées par compression (1/3 de grandeur).



Fig. 22. — *Amphiope elliptica* Desor. Fragment de la face inférieure du même exemplaire montrant la position du périprocte (1/3 de grandeur).

Je dois noter à ce propos que M. Lambert a signalé, dubitativement il est vrai, la présence d'*A. Hollandei* Cott. dans le Burdigalien de Sausset, d'après un unique individu de petite taille à lunules transverses [266]. Je n'ai, pour ma part, recueilli que l'*A. elliptica* Des. dans le Burdigalien des environs de Sausset : en certains points où la mollasse se transforme en un grès dur à grains fins, cette espèce, ainsi que je viens de le signaler, est exclusivement représentée par des spécimens très aplatis, différents, au surplus, des individus normaux par leurs lunules moins ouvertes, non pas subarrondies, mais transverses par rapport à l'axe des pétales postérieurs ; je ne doute pas que l'*A. Hollandei*, signalé dans ces couches, ne soit un *A. elliptica* Desor comprimé et à lunules déformées. Je crois aussi qu'il y a lieu de faire toutes réserves au sujet d'*A. transversifora* Lamb., également ment déprimé et à lunules transverses, signalé à Sausset dans les mêmes couches.

Niveau stratigraphique et répartition géographique de l'Amphiope elliptica Desor. — L'échantillon type de la collection Michelin porte comme provenance manuscrite « Carry (Bouches-du-Rhône), Molasse ». En réalité, *A. elliptica* Des. ne se rencontre pas à Carry même où n'affleure que l'Aquitanién, mais seulement dans la mollasse et les cou-

(1) J'ai pu constater ce fait sur l'échantillon type de l'*A. Hollandei* Cott., provenant de Corse et conservé au laboratoire de géologie de la Sorbonne. Cet unique exemplaire est incontestablement très déformé et a été fortement restauré par le dessinateur de sorte que pour le lecteur cet *Amphiope* paraît être tout à fait intact.

ches gréseuses burdigaliennes, entre Carry et Sausset, près de la calanque du Rouveau, dans le port de Sausset et à l'ouest de cette localité en quelques points. Desor l'indiquait également à Suze et à Saint-Restitut (Drôme), dans le Burdigalien. D'après M. Lambert, *A. elliptica* Des. se trouve dans l'Helvétien de Vaucluse à Cucuron. Ce sont jusqu'ici les seules localités où cette espèce ait été signalée; mais, ainsi que je viens de l'indiquer, on devrait probablement réunir à *A. elliptica* Des. quelques espèces créées trop légèrement pour des exemplaires d'*Amphiope* à lunules paraissant transversales *uniquement en raison de leur déformation*, déformation manifestée par l'extraordinaire aplatissement du test.

A. elliptica Des., aux environs de Sausset, est localisé dans le Burdigalien inférieur.

Évolution des lunules chez les Amphiope et les Tretodiscus. — Bien que, jusqu'ici, la véritable signification des lunules reste un point complètement obscur, les échinologistes ont cependant tenté de grouper les *Amphiope* d'après la forme de leurs lunules. M. Lambert a distingué ainsi [60] des *Amphiope* à lunules arrondies, d'autres avec lunules ovales, soit transverses, soit axiales.

Les plus anciens *Amphiope* actuellement connus, *A. duffi* Greg. (*Tretodiscus*, in Checchia), *A. pedemontana* Airag., *A. Agassizi* Desm., *A. Boulei* nov. sp. ont tous des lunules ovalaires plus ou moins développées, *axiales*, c'est-à-dire dont le grand axe coïncide avec celui des pétales postérieurs. Ces *Amphiope*, je m'empresse de le dire, ne sont pas des *Amphiope* absolument typiques; aussi M. Stefanini est tenté d'en faire plutôt des *Tretodiscus* dont ils sont certainement les lointains ancêtres (1).

Les *Amphiope* bien typiques ont des lunules arrondies ou subarrondies, dont l'ouverture est toujours proportionnée à la taille; aussi deviennent-elles très développées chez les *Amphiope* de grande taille tels que *A. styriaca* Hoernes, *A. Montezemoloi* Lov. — En étudiant plus loin la variabilité de l'*Amphiope bioculata* Desm., espèce type du genre, nous constaterons que les jeunes *A. bioculata* ont des lunules non pas circulaires, mais piriformes, allongées suivant l'axe des ambulacres postérieurs. Ces *Amphiope* typiques constituent un rameau dérivant des pseudo-*Amphiope* primitifs à lunules ovalaires axiales: ils sont surtout répandus dans le Néogène moyen méditerranéen (faciès Helvétien) et disparaissent dès le Néogène supérieur.

Les *Amphiope* à lunules ovalaires axiales, connus dès le Néonummulitique, persistent dans le Néogène méditerranéen, mais dès cette époque paraissent localisés dans la Méditerranée méridionale (*A. duffi* Greg. en Cyrénaïque, *A. cherichirensis* Gauth. en Tunisie, *A. truncata* Fuchs de l'Helvétien en Égypte), puis émigrent dans les Indes (*A. placenta* Dunc., *A. Desori* Duncan et Sladen, *A. Duncani* Lamb.) et au Japon (*A. formosa* Yoshiwara) durant le Néogène moyen. A cette époque apparaissent les véritables *Tretodiscus* typiques dans l'océan Indien (*Tretodiscus elongatus* Duncan et Sladen), chez lesquels les lunules axiales ne sont plus ovalaires, mais s'allongent en fentes dans le prolongement des ambulacres postérieurs. A l'époque actuelle, certains *Tretodiscus*, *T.*

(1) M. Checchia-Rispoli, se ralliant entièrement à l'opinion de M. Stefanini, vient de nommer *Tretodiscus duffi* l'*Amphiope duffi* Greg.

biforis Gmel. par exemple, présentent ainsi des perforations en fente situées entre le bord postérieur et les ambulacres postérieurs. Enfin, chez d'autres *Tretodiscus* actuels, ex. : *T. bifissus* Ag. (*Lobophora*), ces perforations axiales ont atteint le bord postérieur qui se trouve ainsi découpé par deux profondes entailles toujours allongées dans le sens des ambulacres postérieurs. Je me suis, d'ailleurs, assuré que la structure interne, consistant en un réseau de piliers non disposés en cloisons, est identique chez les *Amphiope* typiques (*A. bioculata* Desm.) et chez les *Tretodiscus* actuels.

Les lunules ou entailles, soit ambulacraires, soit interambulacraires, n'offrent jamais une disposition transverse par rapport aux ambulacres chez les *Astriclypeinæ*, *Mellitinæ*, *Monophorinæ* ou *Rotulinæ* vivant actuellement. Certains *Amphiope* fossiles paraissent avoir eu des lunules transverses, mais ce n'est, à mon avis, qu'une simple apparence, car il est à remarquer que tous ces *Amphiope* à lunules étroites transverses ont un test fortement aplati : il est donc fort probable qu'ils avaient, en réalité, des lunules plus ou moins arrondies qui ont été déformées par suite de compressions verticales (1). Dans le schéma (fig. 23), j'ai cherché à établir l'évolution des lunules à partir des pseudo-*Amphiope* primitifs jusqu'aux *Tretodiscus* actuels, indiquant en regard le rameau des véritables *Amphiope*.

EXPLICATION DE LA FIGURE 23.

1. *A. Neuparthi* de Lor.; 2. *A. formosa* Yosh.; 3. *A. styriaca* Hørn.; 4. *A. bioculata* Ag. adulte; 5. *A. bioculata* Ag., stade jeune (= *A. Baquiei* Lamb.); 6. *A. elliptica* Des.-Lunules pouvant être plus ou moins arrondies chez certains exemplaires; 7. *A. ovalifera* Fallot; et 8. *A. palpebrata* Pom.
1'. *T. bifissus* Ag.; 2'. *T. biforis* Ag.; 3'. *Tretodiscus elongatus* Dunc. et Slad.; 4'. *A. Desori* Dunc. et Slad.; 5'. *A. Duncani* Lamb.; 6'. *A. placenta* Dunc. et Slad.; 7'. *A. arcuata* Fuchs; 8'. *A. cherichirensis* Gauth.; 9'. *A. Boulei* nov. sp.; 10'. *A. Agassizi* Desm.; 11'. *A. pedemontana* Airag.; 12'. *A. duffi* Greg.

Clypeaster Martini Desmoulins.

(Pl. XI, fig. 1-4)

1837. — *Clypeaster Martinianus* Desmoulins. Études sur les Échinides, p. 218.

1861. — *Clypeaster Martinianus* Michelin. Monographie des Clypeâstres fossiles. Mém. Soc. Géol. de France (2), t. VII, p. 134-135, pl. XXXV, fig. 1, a, b, c.

M. J. Lambert, en signalant cette espèce dans la mollasse de Vence [260], a donné sa synonymie et précisé ses caractères. Je parlerai seulement des exemplaires que j'ai recueillis à l'ouest de Sausset, près de la calanque du Petit-Nid. Ayant, en outre, retrouvé le néotype figuré par Michelin dans sa collection d'Échinides conservée à l'École des Mines, il m'a paru utile d'en donner en phototypie les trois aspects pour comparaison, bien que cet exemplaire soit assez fortement usé. Ainsi que le pensait M. Lambert, l'échantillon figuré par Michelin provient du Burdigalien de la Corse, mais l'espèce fut établie par Desmoulins pour des échantillons provenant sans doute des environs de Sausset (Bouches-du-Rhône). Je dois, d'ailleurs, ajouter que c'est certainement la localité type du *Clypeaster Martini*, bien que Desmoulins ait indiqué, sans préciser davantage, les Martigues dont

(1) Ce fait peut se vérifier expérimentalement en exerçant une pression verticale sur le moulage en cire d'un test d'*Amphiope* à lunules arrondies.

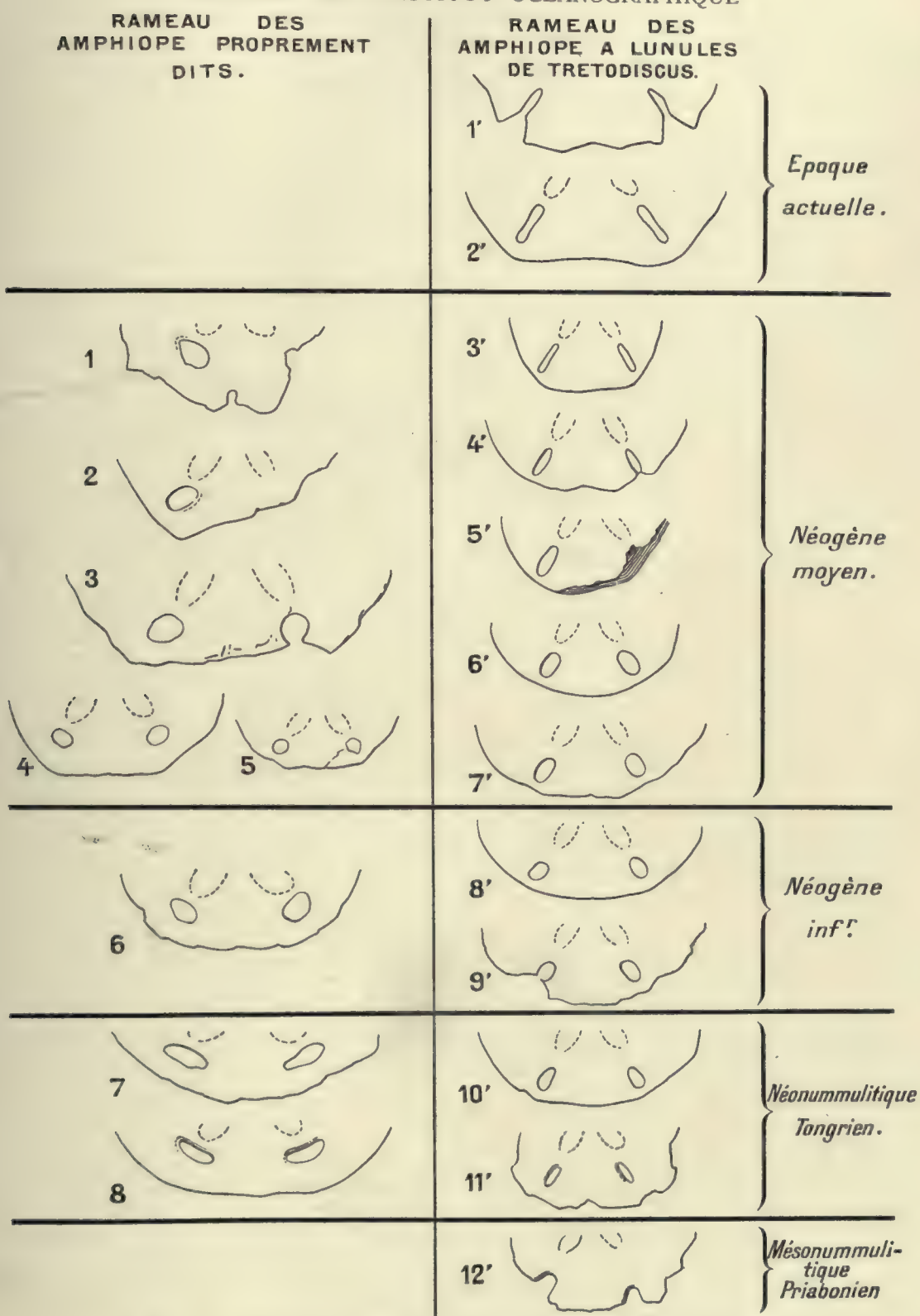


Fig. 23. — Évolution des lunules chez les *Amphiope* et les *Tretodiscus*.

(1) D'après le récent mémoire de M. Checchia-Rispoli, *Amphiope duffi* Greg. n'est pas du Priabonien: les couches à *A. duffi* sont d'âge Oligocène (Néonummulitique).

Sausset est éloigné de 8 à 9 kilomètres (1). Dans les carrières du Ponteau, à environ 3 kilomètres des Martigues, je n'ai reconnu que la mollasse de la Couronne supérieure aux couches renfermant *Clypeaster Martini* Desm., situées à l'ouest de Sausset, près de la calanque dite le Petit-Nid.

Il est assez difficile de dégager en ce point des exemplaires entiers; j'ai dû me borner à figurer en partie la face inférieure d'un de mes échantillons (pl. XI, fig. 4).

Les *Clypeaster Martini* Desm. de Sausset, du moins ceux que je possède, sont tous légèrement un peu moins grands que le néotype de Corse (pl. XI, fig. 1, 2) : ils ont des bords plus épais, leur contour n'est aucunement sinueux, la zone interporifère des pétales ambulacraires est plus renflée; l'épaisseur du test, assez variable, peut atteindre plus de 3 millimètres. Ces légères différences indiquent un milieu riche en calcaire : il en est résulté un épaissement général du test qui distingue immédiatement tous ces exemplaires provenant de Sausset d'avec le néotype de Corse. On ne saurait toutefois nier qu'il ne s'agisse de la même espèce, tous les autres caractères étant identiques : c'est seulement une question de différence dans la composition du milieu.

Niveau. — *Clypeaster Martini* se rencontre à l'ouest de Sausset avec *Scutella* cf. *paulensis* Ag. (ces Scutelles ont également un test plus épais que les *S. paulensis* des environs de Saint-Restitut dans la Drôme), un peu à l'est de la calanque du Petit-Nid : tous mes échantillons proviennent exclusivement de ce point : je ne l'ai rencontré nulle part ailleurs le long de la côte. Leur gangue est une mollasse gréso-calcaire blanche, jaune par endroits, assez dure, d'âge Burdigalien inférieur : j'ai même constaté la présence de radioles appartenant au *Parasalenia Fontannesii* Cott. dans la mollasse enrobant un de mes exemplaires. Ces radioles du *Parasalenia Fontannesii* Cott., caractéristique des couches à Lépidocyclines aquitaniennes qui affleurent tout à côté, mais recouvertes en ce point par la mollasse à Scutelles et *Clypeaster Martini*, sont évidemment remaniées; elles ne sont accompagnées d'aucun fragment de test et il y a absence absolue des Lépidocyclines.

En France, M. Lambert a signalé ce Clypeastre dans la mollasse de Vence (Alpes-Maritimes) où il serait assez rare. Bien que le néotype de Michelin provienne de Corse, Cotteau n'en fait pas mention dans son étude sur les Échinides de cette région où mes recherches ne m'ont procuré aucun exemplaire de cette espèce (2); néanmoins la provenance corse du néotype de Michelin paraît certaine. Je dois rappeler enfin que *Clypeaster Martini* Desm. a été signalé en Cilicie par Schaffer [117] et en Arménie par Abich [104].

En France, à Sausset et à Vence, cette espèce se trouve dans le Burdigalien.

(1) Cette espèce avait reçu le nom de *Martinianus*, ayant été dédiée à M. Martin, professeur à l'École supérieure des Martigues.

(2) Il n'existe également aucun *C. Martini* parmi les Échinides corses dans la collection Peron actuellement au Muséum, ni parmi ceux fort nombreux recueillis par M. Gennevaux.

Clypeaster scutellatus M. de Serres.

(Pl. VII, fig. 5,6.)

1829. — *Clypeaster scutellatus* Marcel de Serres. Géognosie des terrains tertiaires, p. 157.1861. — *Clypeaster scutellatus*, Michelin. Monographie des Clypéastres fossiles. Mém. Soc. Géol. Fr. (2), t. VII, p. 131, 132, pl. XXIII, fig. 2 a-f.1906. — *Clypeaster scutellatus* Lambert. Description des Échinides fossiles de la province de Barcelone (terrain miocène). Mém. Soc. Géol. Fr., t. XIV, fasc. 2-3, p. 81-83, pl. VII, fig. 4,5,6.

Brièvement décrit par de Serres, *C. scutellatus* fut figuré par Michelin, et récemment par M. J. Lambert. — J'ai pu retrouver au laboratoire de Géologie de la Sorbonne les exemplaires provenant de la collection de Serres, accompagnés de la description manuscrite de la *Scutella gibbercula* de Serres. Il ne peut, d'ailleurs, y avoir de doute que ces deux exemplaires de petite taille et fragmentés ne soient sinon les types, tout au moins des cotypes, du *C. scutellatus* de Serres, autrefois communiqués par de Serres à Michelin, lequel préféra figurer un exemplaire de grande taille du musée de Vienne, dont l'attribution à cette espèce demeure douteuse (1). Les figures plus récentes données par M. Lambert, d'après deux individus provenant des environs de Barcelone, notamment la figure 4 de la planche VII, sont des *C. scutellatus* parfaitement conformes aux échantillons types de de Serres qui provenaient également de cette région. Je figure, pl. VII, fig. 5, 6, le meilleur des exemplaires provenant de la collection de Serres, conservé au laboratoire de Géologie de l'Université, et je donne ici son profil : son état fragmentaire ne permet pas d'apprécier exactement ses dimensions ; le second exemplaire de M. de Serres, conservé à la Sorbonne ; étant encore plus défectueux, ne peut guère servir à la description.



Fig. 24. — *Clypeaster scutellatus* de Serres. Profil gauche de l'exemplaire figuré pl. VII, fig. 5, 6 (réduction de 1/4). Collections du laboratoire de Géologie de l'Université de Paris.

M. J. Lambert a, d'ailleurs, fort exactement décrit cette espèce. J'ajouterai seulement que, chez l'exemplaire figuré ici planche VII, le périprocte très petit et parfaitement arrondi est situé sur la face inférieure à 1^{mm},5 du bord postérieur : de plus, les tubercules scrobiculés des pétales ne sont pas ordonnées suivant des lignes obliques. Ce dernier caractère ne s'acquiert sans doute qu'avec l'âge. M. Lambert a noté une vague tendance à cette disposition, sur un *seul* ambulacre d'un *unique* exemplaire du Miocène de Panades, tandis que Michelin voulait en faire à tort une des caractéristiques de l'espèce. Il faut enfin observer que les faces supérieures des deux exemplaires de la collection de Serres, sans être absolument usées, ont été polies par frottement, les sutures des plaques demeurant fort nettes : les faces inférieures n'ont subi aucun polissage ; j'ai moi-même dégagé la gangue qui recouvrait une bonne partie de l'exemplaire ici figuré. Les bords légèrement usés sont amincis à la partie postérieure, plus épais à la partie antérieure : ceci est d'ailleurs la règle générale chez tous les Clypéastres comme chez les Scutelles.

J'ai dit que la description manuscrite de de Serres, concernant sa *Scutella gibbercula*,

(1) M. Gennevaux m'a fait savoir qu'il possède également dans sa collection un *Clypeaster scutellatus* de Serres fragmenté, provenant de la collection de Serres, analogue à celui ici figuré.

accompagnait les deux exemplaires de *Clypeaster scutellatus* provenant de sa collection. M. J. Lambert a retrouvé et figuré le véritable type de *Scutella gibbercula* [266] ; un moule en plâtre de l'échantillon même de la *Scutella gibbercula* de Serres, figuré par notre confrère, existe dans la collection Cotteau, à l'École des Mines. Les types de *Scutella gibbercula* de Serres et du *Clypeaster scutellatus* sont donc dès maintenant authentifiés.

Niveau. — En Espagne (province de Barcelone), *C. scutellatus* se trouve dans le Néogène inférieur (Burdigalien). Les exemplaires de M. de Serres ont le test de couleur jaune ; la gangue est une mollasse calcaire assez dure. L'exemplaire du musée de Vienne (provenance inconnue), quoique de taille beaucoup plus forte, me paraît cependant ne pas différer essentiellement des exemplaires typiques dont il pourrait représenter une mutation.

Ce Clypeastre ayant été confusément interprété a été cité dans d'autres régions ; on ne peut quant à présent considérer son existence comme bien authentique qu'en Catalogne (province de Barcelone), bien qu'il doive, sans nul doute, exister au même niveau dans d'autres régions. *C. scutellatus* est surtout voisin du *C. marginatus* Lmk., qui apparaît un peu plus tard dans l'Helvétien et dont il paraît être le prédécesseur immédiat.

***Clypeaster pentadactylus* Peron et Gauthier.**

(Pl. X, fig. 1, 1 a. — Pl. XIII, fig. 1, 1 a.)

1891. — *Clypeaster pentadactylus* Peron et Gauthier. Échinides fossiles de l'Algérie, t. III, fasc. X, p. 183-187, pl. VI, fig. 4, 5.
 1899. — *Clypeaster pentadactylus* Gauthier (*in* Fourtau). Revision des Échinides fossiles de l'Égypte p. 708, 709, pl. IV, fig. 5-9.
 1912. — *Clypeaster pentadactylus* Lambert. Description des Échinides des terrains néogènes du bassin du Rhône. Mém. Soc. Pal. Suisse, vol. XXXVIII, p. 96, 97.

Le laboratoire de Géologie de l'Université de Paris possède trois exemplaires de cette espèce provenant d'Istres (Bouches-du-Rhône), localité où M. J. Lambert a récemment signalé sa présence : fort bien conservés et non déformés, ces échantillons sont particulièrement intéressants, car ils se rapportent aux trois principaux stades du *C. pentadactylus* dont, seul, le stade adulte a été décrit. Ils mesurent respectivement :

Échantillons.....	A	B	C
Diamètre antéro-postérieur.....	65 millimètres.	87 millimètres.	112 millimètres.
Diamètre transversal (maximum).....	56 —	72 —	95 —
Hauteur.....	20 —	27 —	42 ^{mm} ,5

Les individus adultes de *Clypeaster pentadactylus* ont déjà été parfaitement décrits ou figurés, soit d'Algérie, soit d'Égypte, et M. Lambert en a résumé les caractères ; je n'ajouterai qu'un détail concernant le péristome parfaitement conservé sur l'échantillon C. L'infundibulum est très développé, mais le péristome complètement circulaire est de petite taille, son diamètre mesure 8^{mm},5. Jusqu'ici le stade jeune était resté inconnu : je crois utile de le faire figurer planche XIII, fig. 1, 1 a.

Stade jeune. — Aux dimensions indiquées (échantillon A), l'aspect général de *C. pentadactylus* est assez différent des exemplaires adultes de grande taille : les pétales sont, il est vrai, légèrement saillants, mais d'une façon beaucoup moins accentuée que chez les adultes. Les bords sont déjà très épais ; le pourtour subpentagonal n'est pas sensiblement rétréci en arrière des ambulacres pairs antérieurs : la sinuosité des bords ne se développe que dans les stades plus avancés. Les tubercules des zones interporifères scrobiculés sont disséminés, comme sur tout l'ensemble du test, au sein d'une granulation homogène : chez les adultes, au contraire, les tubercules des zones interporifères se multiplient et se resserrent si bien que les cercles scrobiculaires sont tangents ; aucune granulation intermédiaire ne subsiste sur cette partie du test. Je constate, dans chaque cloison de la zone porifère séparant les paires de pores, le même nombre de tubercules que sur les exemplaires adultes, mais ils sont plus serrés. — La plaque madréporique est saillante en forme de bouton chez le jeune, tandis que, chez l'adulte, l'appareil apical est un peu déprimé : *ce fait paraît assez constant chez tous les Clypéastres* ; j'aurai à en reparler plus loin en étudiant la variabilité du *Clypeaster latirostris*. A la face inférieure, ce jeune exemplaire présente, comme sur l'adulte, un infundibulum subpentagonal à parois obliques largement évasé, mais dont je ne peux exactement apprécier la profondeur, car la partie avoisinant le péristome, toujours fragile, a été brisée, ainsi qu'il arrive très fréquemment chez les Clypéastres, ce qui a pu donner lieu parfois à des méprises au sujet de la forme ou des dimensions exactes du péristome pour quelques espèces fossiles.

Rapports et différences. — *Clypeaster pentadactylus* Per. et Gauth. fut minutieusement comparé par eux au *C. crassicosatus* Ag. (moule Q 12). M. Lambert déclare que ce moule Q 12 ne saurait être distingué du *C. Scillæ* Desm. ; après avoir réuni simplement *Cl. pentadactylus* au *Cl. grandiflorus* Bronn [260], notre savant confrère, a cru devoir distinguer ces deux espèces, tout en reconnaissant des rapports assez étroits entre elles.

Clypeaster grandiflorus a été décrit et figuré par Bronn en 1838, d'après des exemplaires provenant de Kemenze en Hongrie. Michelin ne le cite pas dans sa Monographie des Clypéastres ; mais, en réalité, bien qu'il ne l'ait pas indiqué, il le mettait en synonymie du *Clypeaster crassicosatus* Ag. Il existe, en effet, dans la collection Michelin, à l'École des Mines, un exemplaire provenant de Kemenze près Jpoly-Shag (Hongrie), que je figure ici planche X, fig. 2. Cet échantillon porte deux étiquettes : l'une « *Clypeaster grandiflorus* Jpoly-Shag », l'autre de la main de Michelin « *Clypeaster crassicosatus* Agassiz. Jpoly-Shag (Hongrie) ».

Cet échantillon mesure :

Diamètre antéro-postérieur.....	93mm,5
Diamètre transversal.....	79 millimètres.
Hauteur.	34mm,5

Comparé à l'exemplaire provenant du Burdigalien supérieur d'Istres, figuré pl. X, fig. 1, 1a, lequel est de taille analogue, ce *C. grandiflorus* Bronn (exemplaire de la collection Michelin) présente les caractères différentiels suivants :

1° La forme générale, également subpentagonale, est plus allongée ; les marges et la

bordure sont notablement plus épaisses, particulièrement dans la partie antérieure en prolongement du pétale ambulacraire.

2° Le pétale impair offre une saillie plus accentuée surtout au voisinage de l'apex.

3° Les tubercules, dont la répartition sur les pétales ambulacraires et sur l'ensemble du test est la même que chez *C. pentadactylus*, sont plus développés.

4° A la face inférieure, l'infundibulum est large ; le péristome circulaire, peu ouvert (6mm,5 de diamètre), paraît être un peu plus enfoncé, du moins sur l'exemplaire figuré de la collection Michelin.

Ces différences, fort peu importantes, suffisent toutefois à imprimer un cachet tout différent à *C. grandiflorus* Bronn et au *C. pentadactylus* Per. et Gauth. M. Lambert a déjà fait remarquer que *C. grandiflorus* apparaît surtout comme étant la forme helvétique du *C. pentadactylus* : je crois, pour ma part, que l'on doit considérer *C. grandiflorus* comme une mutation où se trouvent fidèlement reproduits, mais fortement exagérés tous les caractères du *C. pentadactylus* Per. et Gauth.

Niveau. — La mollasse d'Istres (Bouches-du-Rhône), d'où proviennent les exemplaires de *Clypeaster pentadactylus* Per. et Gauth. conservés au laboratoire de Géologie de la Sorbonne, est d'âge Burdigalien supérieur. Cette espèce a primitivement été décrite au même niveau en Algérie : elle existe en Égypte, dans l'Helvétien, avec *Echinolampas amplius* Fuchs d'après M. Fourtau.

Clypeaster Zumoffeni de Loriol.

(Pl. IX, fig. 1, 1 a.)

1902. — *Clypeaster Zumoffeni* de Loriol. Notes pour servir à l'étude des Échinodermes, fasc. X, p. 28-30, pl. IV, fig. 7.

De Loriol décrivit sous ce nom deux Clypéastres assez mal conservés : l'un provenant des couches miocènes du Liban, l'autre recueilli à Beyrouth par Zumoffen. A ma connaissance, *Clypeaster Zumoffeni* de Lor. n'a été cité depuis par aucun auteur. — M. Puzenat a bien voulu me communiquer deux Clypéastres provenant du chemin de fer de Beyrouth à Damas (sans autre indication), dont l'un se rapporte bien nettement à la figure et à la description données par de Loriol : il est ici figuré planche IX, fig. 1, 1 a.

Les deux exemplaires communiqués sont fortement corrodés : seule, la bordure antérieure est intacte sur l'échantillon figuré. Son aspect général pentagonal à bords largement arrondis est analogue à certains *Clypeaster altus*, mais les contours sont peu sinueux et le profil bien différent. Il mesure antéro-postérieurement 115 millimètres, transversalement 96 millimètres, et sa hauteur est de 40 millimètres. Ces dimensions sont voisines de celles indiquées par de Loriol, mais également approximatives par suite de l'usure des bords.

Les différents caractères présentés par ce premier échantillon concordent bien avec la description du *Clypeaster Zumoffeni* de Lor., notamment en ce qui concerne les pétales ambulacraires renflés contrastant avec les aires interambulacraires déprimées. J'ajouterai

que les tubercules qui garnissent la face supérieure sont assez fins : autant que je peux en juger, le nombre des tubercules par bandelettes ambulacraires est de huit à neuf. La face inférieure plane est semblable à celle du *Clypeaster campanulatus* Schloth. (= *C. gibbosus* Mich., Cott. et auteurs).

Le second échantillon, de la même provenance, est bien certainement du même niveau : la gangue calcaréo-sableuse, la patine, la corrosion du test, sont identiques. Au premier aspect, il paraît cependant fort différent du premier, notamment en ce qui concerne le renflement des aires interambulacraires, tout à fait semblables à celles du *Clypeaster campanulatus* Schloth, dont il ne se différencie véritablement par aucun caractère. En réalité, à part ses interambulacres renflés et par conséquent ses marges uniformément déclives, il reproduit fort exactement le premier échantillon : même hauteur, mêmes dimensions des pétales ambulacraires, péristome et périprocte occupant les mêmes emplacements, face inférieure également plane.

Je rappelle que de Loriol avait déjà rapproché son *C. Zumoffeni* du *C. campanulatus* Schloth. (= *C. gibbosus* auct., non de Serres) et le comparait également au *C. Guentheri* Greg., ces deux dernières espèces en différant surtout par leurs aires interambulacraires renflées. — La figure de *C. Guentheri* Greg. représente un Clypéastre en fâcheux état, qui ne paraît pas différer notablement de *C. campanulatus* Schloth. D'autre part, un des exemplaires communiqués par M. Puzenat ne diffère guère du *C. campanulatus* Schloth. Peut-être *C. Zumoffeni* de Lor. n'est-il qu'une variété du *C. campanulatus* Schloth. si polymorphe ? mais, ne disposant pas de matériaux plus nombreux permettant d'observer s'il existe des intermédiaires, je conserve provisoirement le nom de *Clypeaster Zumoffeni* de Lor. à l'échantillon figuré ici, pl. IX, fig. 1-1 a.

***Clypeaster marginatus* Lamarck.**

1816. — *Clypeaster marginatus* Lamarck. Hist. nat. Anim. sans vertèbres (1^{re} édit.), vol. III, p. 14, n° 3.
1861. — *Clypeaster marginatus* Michelin. Monogr. des Clyp. foss. Mém. Soc. Géol. de France (2), vol. VII, p. 130, pl. XIX, fig. 1 a-c.

Cette espèce est commune à Malte dans le Greensand, en compagnie du *Clypeaster altus*. Parmi les échantillons que j'ai pu recueillir, deux formes sont à distinguer. L'une



Fig. 25. — *Clypeaster marginatus* Lmk. Profil d'un échantillon de grande taille (3/4 de grandeur). Helvétien (Greensand). Malte. Collections de l'Université de Valletta.

est allongée dans le sens antéro-postérieur ; la face supérieure est brusquement et très franchement relevée sous les pétales. L'autre est subpentagonale, aussi large que longue,

et la face supérieure est seulement un peu soulevée dans la région ambulacraire (fig. 26).

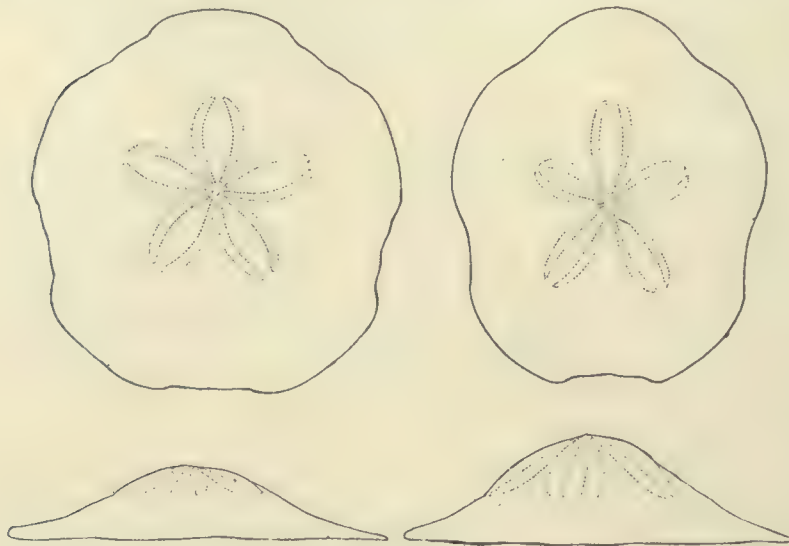


Fig. 26. — *Clypeaster marginatus* Lmk. Deux exemplaires du même niveau et de la même provenance (1/2 grandeur) Helvétien. Malte. Collection Cottreau.

Ces formes, assez différentes, paraissent devoir être attribuées à des déformations subies par le test fort peu épais, dont les plaques à sutures particulièrement apparentes ont pu jouer plus ou moins les unes par rapport aux autres. — Je noterai enfin que, chez les exemplaires de très grande taille, le périprocte est situé à 10^{mm},5 du bord postérieur, tandis que, sur des échantillons de moyenne taille, tels que ceux figurés ci-contre, la distance du périprocte au bord postérieur est seulement de 4 millimètres.

Niveau. — *Clypeaster marginatus* est caractéristique du Néogène moyen (Helvétien) dans tout le Bassin Méditerranéen.

***Echinoneus cyclostomus* Leske, var. *Haugi* nov.**

(Pl. XII, fig. 3-6.)

1778. — *Echinoneus cyclostomus* Leske. Addit. ad Kleini nat. disp. Echinodermatum, p. 109, pl. XXXVII, fig. 4-5.

Le genre *Echinoneus* van Phelsum est, jusqu'à présent, assez rare à l'état fossile. Il est répandu à l'époque actuelle exclusivement dans les mers tropicales où il vit dans la zone sublittorale (rivage, plages). Les auteurs modernes reconnaissent une seule espèce, *Echinoneus cyclostomus* Leske, sans doute assez polymorphe, puisque Agassiz et Desor distinguaient au moins six espèces actuelles (1).

La première espèce fossile appartenant au genre *Echinoneus* fut décrite et figurée du Miocène d'Anguilla par Cotteau en 1875. Ce savant, n'ayant pu étudier qu'un unique exemplaire, ne lui imposa aucun nom spécifique, se bornant à constater de grandes affinités avec l'*Echinoneus semilunaris*, espèce actuelle (= *Echinoneus cyclostomus* Leske). Gauthier décrivit ensuite successivement *Echinoneus Thomasi* du Miocène inférieur de l'Algérie (niveau exact non précisé), puis *Echinoneus Artini* de l'Helvétien du Gebel Geneffe (Égypte) [80, 183].

Les couches à Lépidocyclines (Aquitanién supérieur), qui affleurent sur la côte à

(1) Voir à ce sujet : WESTERGREN (A. M.) *Echinoneus* and *Micropetalon*. Mem. of the Mus. of Compar. Zool. at Harvard Coll., vol. XXXIX, n° 2.

l'ouest de Sausset (Bouches-du-Rhône), m'ont fourni à la calanque dite du Petit Nid un certain nombre d'échantillons appartenant au genre *Echinoneus*, suffisamment bien conservés : après une étude minutieuse, je n'ai pu que constater leur identité presque absolue avec l'espèce actuelle *Echinoneus cyclostomus* Leske, dont j'ai d'ailleurs fait figurer deux exemplaires pour comparaison, planche XII, fig. 1, 1 a, 1 b, 2, 2 a, 2 b.

L'*Echinoneus* de l'Aquitaniens de Sausset peut atteindre la taille moyenne des *Echinoneus* actuels ; il présente la même forme générale. La disposition des paires de pores arrondis directement superposées et des zones porifères linéaires, ainsi que la répartition des tubercules scrobiculaires dans les zones interporifères, sont identiques à ce qui s'observe sur des individus de même taille d'*Echinoneus cyclostomus* actuels. En ce qui concerne la forme et la disposition du péristome et du périprocte à la face inférieure, bien conservés sur l'exemplaire (pl. XII, fig. 4 a) dont je donne ici un dessin plus clair (1), il n'y a pas de différence notable avec l'espèce actuelle. Sur l'un de mes échantillons de la calanque du Petit-Nid, la bande de test séparant le péristome du périprocte est un peu plus large (pl. XII, fig. 5 a) : ceci est une simple variation individuelle.

La seule différence qui distingue ces *Echinoneus* fossiles de l'*Echinoneus cyclostomus* Leske des mers actuelles, c'est la position occupée par l'appareil apical. Chez tous les échantillons recueillis à la calanque du Petit-Nid, l'apex est légèrement excentrique en avant, tandis que, chez *Echinoneus cyclostomus* actuel, il occupe à peu près le centre de la face supérieure : en conséquence, les aires interambulacraires comprises entre les ambulacres postérieurs et les ambulacres pairs antérieurs sont un peu plus larges vers l'ambitus. Cette constatation n'est certes pas suffisante pour distinguer spécifiquement l'*Echinoneus* de l'Aquitaniens des environs de Sausset, mais elle me paraît justifier l'établissement d'une variété : je suis heureux de la dédier à M. le Professeur E. Haug, qui a bien voulu accueillir favorablement ce travail. Je donne donc le nom d'*Echinoneus cyclostomus* Leske var. *Haugi* à ces exemplaires de Sausset.

Comparés aux espèces fossiles figurées et décrites, ces *Echinoneus* de Sausset paraissent extraordinairement voisins de l'*Echinoneus* sp., figuré par Cotteau du Miocène d'Anguilla (Antilles), qui semble également, d'après la figure, avoir un appareil apical légèrement excentrique en avant. A la calanque du Petit-Nid, j'ai recueilli avec ces *Echinoneus* de nombreux *Parasalenia Fontannesii* Cott. ; il est intéressant de constater qu'à Anguilla le genre *Parasalenia* se rencontre aussi à l'état fossile (*Parasalenia prisca* Cott.), provenant sans doute du même niveau que l'*Echinoneus* sp. — *Echinoneus Thomasi* Gauth. et *Echinoneus Artini* Gauth. paraissent assez différents, mais ne sont encore connus que par des échantillons un peu défectueux.



Fig. 27. — 1. *Echinoneus cyclostomus* Leske var. *Haugi* nov. Aquitaniens supérieur. Calanque du Petit-Nid près Sausset (Bouches-du-Rhône). — 2. *Echinoneus cyclostomus* Leske. Epoque actuelle. Océan Pacifique. — Ambulacre impair $\times 2$.

(1) La disposition acuminée du périprocte vers le péristome que présente l'échantillon figuré planche XII, fig. 3 a, est due seulement à une brisure accidentelle du test.

Niveau. — *Echinoneus cyclostomus* var. *Haugi* nov. provient des couches gréseuses à *Parasalenia Fontanesi* Cott. et Lépido-cyclines d'âge Aquitanien supérieur affleurant sur la côte à l'ouest de Sausset (Bouches-du-Rhône). J'ai recueilli tous ces exemplaires du côté W. de la calanque du Petit-Nid.

Echinolampas Tagliaferroi nov. sp.

(Pl. XII, fig. 7, 7 a.)

M. le Professeur Tagliaferro, ancien directeur de l'Instruction Publique à Malte, a bien voulu me faire communiquer un certain nombre d'Échinides maltais conservés dans les collections de l'Université de Valletta. — Parmi les nombreux spécimens, la plupart fort bien conservés, que j'ai pu ainsi étudier, avec l'aimable autorisation du recteur M. le Professeur Magro, un grand *Echinolampas*, représenté par deux exemplaires, m'a paru devoir constituer une espèce nouvelle : je la dédie en témoignage de reconnaissance à M. le Professeur Tagliaferro.

Dimensions de l'échantillon figuré :

Diamètre antéro-postérieur, 99 millimètres.

Diamètre transversal, 93 millimètres.

Hauteur, 25 millimètres.

De forme oblongue à contours arrondis, non rostré à la partie postérieure, cet



Fig. 28. — *Echinolampas Tagliaferroi* nov. sp. Profil de l'échantillon figuré pl. XII, fig. 7, 7 a. (réduit de 1/4).

Echinolampas est légèrement convexe à sa face supérieure. L'appareil apical, avec ses quatre pores génitaux disposés en trapèze, est situé un peu en avant. Les ambulacres, notamment les postérieurs, sont larges, à peine rétrécis vers leur extrémité ; aucun n'atteint les bords : l'ambulacre impair, dévié vers la droite, ainsi que

chez beaucoup d'*Echinolampas*, est plus court et moins large que les autres. Les zones porifères sont à peu près d'égale longueur. Il y a des renflements sensibles formant dans chaque interambulacre deux séries linéaires s'étendant de l'ambitus vers l'apex (1). Des tubercules excessivement fins et très serrés couvrent la face supérieure. Notons enfin que, dans chaque ambulacre, la zone interporifère est légèrement saillante.

La face inférieure est plane, sauf aux abords du péristome où elle est subpulvinée. Le péristome est excentrique en avant, situé sous l'apex : il est nettement pentagonal, entouré de phyllodes déprimés ; les bourrelets sont peu saillants. Le périprocte transversal est largement ouvert à 4 millimètres du bord postérieur. Les tubercules de la face inférieure sont également serrés, mais un peu plus développés que ceux de la face supérieure.

(1) Ces renflements correspondent, comme chez les *Schizaster*, *Opissaster*, etc., à un épaississement central de chaque plaque interambulacraire.

Affinités et différences. — Par ses dimensions, *Echinolampas Tagliaferroi* appartient au groupe de l'*Echinolampas hemisphaericus* Lmk. Il se différencie immédiatement d'*E. hemisphaericus* typique par sa forme subdéprimée, l'absence de rostre à la partie postérieure, les tubercules du test plus fins, etc. *Echinolampas barcinensis* Lamb. a, d'après la description de M. Lambert, un apex moins excentrique, des ambulacres moins ouverts à leur extrémité avec zone interporifère tout à fait plane. — Les affinités d'*Echinolampas Tagliaferroi* sont plus grandes avec *Echinolampas amplus* Fuchs et surtout avec *Echinolampas subhemisphaericus* Pomel, espèce restée simplement nominale n'ayant jamais été figurée, de l'Helvétien d'Algérie.

Echinolampas amplus, également déprimé, a son apex presque central, ainsi que le péristome ; les pétales ambulacraires atteignent le bord, les postérieurs pairs sont plus droits, les zones porifères sont inégales dans les pétales pairs. *E. subhemisphaericus* Pom. a été très soigneusement décrit par Peron et Gauthier qui concluent au maintien de cette espèce en raison des tubercules très petits et très serrés, caractère dont la valeur spécifique est évidemment discutable. *Echinolampas Tagliaferroi*, quoique présentant de grands rapports avec la variété subrostrée de l'*Echinolampas hemisphaericus* Lmk., me paraît s'en différencier spécifiquement par les caractères suivants :

1° Sa forme générale, quoique arrondie, n'est pas subcirculaire, mais plus longue que large.

2° Il y a absence complète de rostre à la partie postérieure.

3° La face inférieure est plane, sauf une très légère dépression aux abords du péristome.

4° Les interambulacres présentent des renflements linéaires qui ne s'observent pas chez *E. hemisphaericus*, bien qu'ils existent chez beaucoup d'*Echinolampas*, notamment chez l'*Echinolampas amplus* Fuchs.

Echinolampas Spanoi Lov., parfaitement circulaire, avec un apex subcentral, des ambulacres très larges, non rétrécis à leur extrémité, est fort différent.

Echinolampas Tagliaferroi peut donc être considéré comme étant intermédiaire entre *Echinolampas subhemisphaericus* Pom. et *Echinolampas amplus* Fuchs. *Echinolampas hemisphaericus* Lmk. a, d'ailleurs, été signalé à Malte dans le Greensand et l'Upper Coraline Limestone.

Niveau. — Les deux exemplaires de l'*Echinolampas Tagliaferroi* qui m'ont été communiqués avaient leur gangue adhérente : c'est le calcaire tendre à Globigérines et nodules phosphatés. Leur niveau à Malte est donc le Burdigalien.

***Echinolampas doma* Pom. (*Hypsoclypus*).**

(Pl. VIII, fig. 2. — Pl. XI, fig. 5. — Pl. XIII, fig. 8.)

1887. — *Hypsoclypus doma* Pomel. Paléontologie de l'Algérie. Échinodermes, p. 163, pl. II, fig. 1-3.

Cette espèce n'a pas encore été signalée à Malte où elle paraît cependant assez fréquente. J'en ai recueilli plusieurs exemplaires aux environs de Citta-Vecchia ; d'autres

m'ont été communiqués par l'Université de Valletta. Tous proviennent du *Globigerina* Limestone et correspondent aux diagnoses de Pomel, Peron et Gauthier relatives à l'*Echinolampas doma* qui, en Algérie, occupe le même niveau stratigraphique.

Les photographies de deux de ces exemplaires (pl. VIII, fig. 2; pl. XI, fig. 5) me paraissent à ce sujet plus démonstratives qu'une longue description où je ne pourrai que répéter ces diagnoses. Je me bornerai donc à quelques remarques supplémentaires au sujet des exemplaires maltais.

Tous sont plus ou moins déformés, mais les moindres détails du test se montrent admirablement conservés. Les dimensions générales coïncident avec celles indiquées par Pomel, de même que la largeur et la longueur des pétales ambulacraires. Les aires interambulacraires sont souvent pincées et soulevées tout près de l'apex, et chaque plaque interambulacraire présente en son centre un renflement plus ou moins sensible. La plaque madréporique est notablement saillante, en forme de bouton, chez les exemplaires bien conservés (pl. XIII, fig. 8). La face supérieure est couverte de petits tubercules scrobiculés entre lesquels se distinguent à la loupe d'autres tubercules excessivement fins, logés dans de petites dépressions du test. A la face inférieure, les tubercules scrobiculés sont serrés et très petits sur la bordure, plus gros et plus espacés dans la région médiane, fins et très rapprochés sur les bourrelets saillants qui bordent le péristome. Le périprocte elliptique est largement ouvert.

Rapports et différences. — *Echinolampas doma* Pom., ainsi que l'avaient fait remarquer Peron et Gauthier, ressemble surtout à l'*Echinolampas plagiosomus* Ag. : il s'en différencie néanmoins fort nettement par son ornementation générale encore plus fine, et surtout par l'épaisseur des bourrelets et la dépression beaucoup plus accentuée des phylloides.

M. Gregory [355] avait signalé dans le Greensand de Malte une grande espèce, *Heteroclypeus hemisphaericus* conoclypéiforme, auquel M. Stefanini assimila *Echinolampas Pignatarii* Air. MM. Gregory et Lambert [381, 404] ont, depuis, nommé cette espèce *Hypsoclypus hemisphaericus*. — De même que Cotteau, de Loriol, Peron, Gauthier et M. Stefanini, j'estime que ces grandes espèces conoclypéiformes, mais absolument dépourvues de mâchoires, rentrent dans le genre *Echinolampas* : le qualificatif *hemisphaericus* étant pré-employé par Lamarck pour un *Echinolampas* très différent, *Hypsoclypus hemisphaericus* Greg. (= *Echinolampas Pignatarii* Airaghi (*Conoclypeus*)).

Echinolampas Pignatarii Air. a été parfaitement figuré et minutieusement décrit par M. Stefanini [343]. Cette belle et grande espèce ne se trouve à Malte que dans le Greensand où j'en ai recueilli plusieurs exemplaires : je figure, planche XI, fig. 6, le péristome de l'un d'eux, vu par la face interne, montrant l'absence absolue de saillies ou de dépressions et par suite d'appareil masticateur. M. Lambert a émis l'hypothèse que *Hypsoclypus hemisphaericus* Greg. (= *Echinolampas Pignatarii* Air.) pourrait être le jeune de *Echinolampas doma* Pom. [381], mais M. Gregory a objecté [404], non sans raison, que *H. hemisphaericus* Greg. de l'Helvétien est de taille beaucoup plus grande que *H. doma* Pom. du Burdigalien.

J'ai comparé les *Echinolampas doma* Pom. du Burdigalien (*Globigerina* Limestone)

de Malte avec l'*Echinolampas Pignatarii* Air. (= *H. hemisphæricus* Greg.), et je note seulement les différences suivantes :

Echinolampas Pignatarii Air. est de plus grande taille. L'un de mes exemplaires mesure 136 millimètres antéro-postérieurement, 134 millimètres transversalement ; sa hauteur atteint 55 millimètres, la largeur des pétales 19 millimètres (au lieu de 13 millimètres sur un *Echinolampas doma* Pom. du *Globigerina* Limestone). Le bombement de la face supérieure est plus régulier, les zones porifères des ambulacres sont aussi plus larges. Les tubercules scrobiculés sont un peu plus nombreux, particulièrement sur la face inférieure.

Tous les autres caractères sont identiques. Seules, la taille et l'ornementation plus accentuée distinguent réellement *Echinolampas Pignatarii* Air. Je considère donc que *E. Pignatarii* Air. (= *E. hemisphæricus* Greg.), bien loin d'être le stade jeune de l'*Echinolampas doma* Pom., en serait, au contraire, une variété ou plutôt une mutation de grande taille succédant dans l'Helvétien à l'*Echinolampas doma* Pom. (forme type) qui, à Malte comme en Algérie, se trouve cantonnée dans le Burdigalien.

***Echinolampas scutiformis* Leske, var. *angulatus* Merian.**

(Pl. XI, fig. 7, 7 a ; pl. XII, fig. 8, 9, 10.)

1847. — *Echinolampas angulatus* Merian in Agassiz et Desor. Catalogue raisonné des Échin. Ann. Sc. Nat. (3), t. VII (Zoologie), p. 166.

1882. — *Echinolampas angulatus* de Loriol. Descript. Échin. environs de Camerino. Mém. Soc. Phys. H. N. Genève, XXVIII, p. 13, pl. II, pl. III, fig. 1, 2.

Echinolampas angulatus Mer. a été étudié fort minutieusement par de Loriol qui s'est attaché à en montrer les variations fort étendues. Le type fut figuré dans son mémoire, pl. III, fig. 1, 2 : il provenait de la chapelle Sainte-Juste au sud de Saint-Restitut (Drôme) : des exemplaires bien identiques se recueillent, en effet, communément aux environs de Saint-Paul-trois-Châteaux et de Saint-Restitut (Drôme), dans la mollasse marno-calcaire à *Pecten præscabriusculus* qui surmonte immédiatement la mollasse sableuse à *Scutella paulensis* Ag. du Burdigalien inférieur.

Les échantillons figurés ici, planche XII, fig. 8, 9, 10, proviennent tous des environs de Saint-Restitut (deux font partie de la collection Michelin et étaient étiquetés *E. scutiformis* Leske). Celui figuré planche XI, fig. 7, 7 a, est un exemplaire maltais communiqué par MM. les Professeurs Magro et Tagliaferro qui confirme l'identification faite par M. Stefanini (*E. angulatus* Mer. = *E. Manzoni* Greg.) : il provient du Burdigalien (*Globigerina* Limestone) niveau stratigraphique où il a été signalé, soit en France (Drôme), soit en Italie (Émilie, Marches).

En fait, *Echinolampas angulatus* Mer. se trouve associé, notamment aux environs de Saint-Paul-trois-Châteaux et de Saint-Restitut (Drôme) qui sont le gisement type, à l'*Echinolampas scutiformis* dont aucun caractère de valeur véritablement spécifique ne le sépare.

Desor déclare que *E. angulatus* Mer. est toujours de taille petite ou moyenne, angu-

leuse et rostrée en arrière, avec des zones porifères étroites et des tubercules peu serrés. *Echinolampas scutiformis* Leske, bien figuré par de Loriol, est constamment de plus grande taille, plus déprimé, avec tubercules un peu plus espacés, contour non pas anguleux, mais simplement rétréci à l'arrière. Tous les autres caractères plus importants, tels que la forme et l'emplacement de l'appareil apical, du péristome, du périprocte, l'inégalité des zones porifères dans les ambulacres, sont identiques chez *E. angulatus* Mer. et chez *E. scutiformis* Leske.

Les caractères différentiels sont surtout dus à la taille plus grande du véritable *E. scutiformis* Leske; je ne peux les considérer comme spécifiques, ce sont tout au plus des caractères de variété, non pas d'espèce. Je dis *tout au plus*, car il n'est pas certain qu'*Echinolampas angulatus* Mer. soit une véritable variété; peut-être représente-t-il seulement la forme haute d'*E. scutiformis*. Provisoirement je le nomme *E. scutiformis* Leske var. *acuminatus* Mer., n'ayant pas réuni suffisamment de matériaux pour élucider cette question.

Niveau. — *Echinolampas scutiformis* Leske et *Echinolampas angulatus* Mer. se rencontrent toujours dans le Burdigalien partout où ils ont été signalés.

Tristomanthus Meslei Gauthier (*Echinanthus*).

(Pl. XII, fig. 11, 11 a, 11 b, 11 c.)

1880. — *Echinanthus* sp. nov. Gauthier. Sur les Échinides du département des Bouches-du-Rhône. A. F., A.S., IX (Reims) p. 527.

1886. — *Echinanthus Meslei* Gauthier in Cotteau. Échinides nouveaux ou peu connus. Deuxième série, p. 88, 89, pl. X, fig. 19, 20. Bull. Soc. Zool. France, XI.

Cette espèce, décrite sous le nom d'*Echinanthus*, par Gauthier et Cotteau appartient au genre *Tristomanthus* Bittner caractérisé, ainsi que l'a fait remarquer M. J. Lambert, par un péristome pentagonal allongé, l'absence de rostre à la partie postérieure du test, un périprocte ovale supramarginal et trois pores génitaux.

Cotteau a signalé *Echinanthus Meslei* à l'étang de Lavalduc (Bouches-du-Rhône). J'en ai recueilli plusieurs exemplaires aux environs d'Istres, dans les falaises bordant l'étang de Berre (mollasse à *Pecten Ziziniæ* Blanck.), où il est assez commun. Je dois noter que la plupart des exemplaires sont déformés. Il m'a donc paru utile de figurer cette espèce plus complètement que ne l'a fait Cotteau. — L'échantillon figuré planche XII, fig. 11, 11 a, 11 b, 11 c, est parfaitement intact, non déformé (diamètre antéro-postérieur, 33^{mm},5; diamètre transversal, 30 millimètres; hauteur, 22^{mm},5). On remarque notamment les trois pores génitaux largement ouverts; les tubercules scrobiculés ornant le test sont particulièrement abondants et serrés à la face inférieure, près des bords. Tous les caractères ont, d'ailleurs, été indiqués fort soigneusement par Cotteau. J'ajouterai que mon plus petit exemplaire mesure 28^{mm},5 longitudinalement et 25 millimètres transversalement. — Jusqu'ici cette espèce n'est connue que dans le Burdigalien supérieur de la région d'Istres (Bouches-du-Rhône).

Tristomanthus Spratti Wright (*Pygorynchus*).

(Pl. XI, fig. 8, 8 a, 9, 10.)

1864. — *Pygorynchus Spratti* Wright. Foss. Echinid. Malta. Quart. Journ. Geol. Soc., XX, pl. XXI, fig. 6 (pas de description).
 1892. — *Studeria Spratti* Gregory. The Maltese fossil Echinoidea and their ev. on the corr. of the Maltese Rocks. Trans. Royal Soc. Edinburgh, XXXVI, p. 603-604.

L'espèce, simplement figurée par Wright, a été décrite sous le nom de *Studeria Spratti* par M. J.-W. Gregory. M. J. Lambert [260] a fait remarquer qu'il s'agissait, en réalité, d'un *Tristomanthus*.

La description donnée par M. Gregory est fort exacte. J'ajouterai seulement que la forme du péristome n'a pas été figurée très exactement par Wright. M. Gregory indique seulement que le péristome excentrique en avant est « large » ; en réalité, sa forme est pentagonale, et il est allongé suivant l'axe antéro-postérieur.

Tristomanthus Spratti Wr. n'était jusqu'ici connu que dans le Burdigalien (*Globigerina* Limestone) de Malte. J'ai trouvé également, cette espèce en Corse, à Saint-Florent, dans une mollasse blanche à éléments plus ou moins granitiques, comparable aux mollasses, dites inférieures (zone à *Clypeaster* de Cotteau et Locard), des environs de Bonifacio et, comme elles, d'âge Burdigalien. Je figure, pl. XI, fig. 9, 10, deux échantillons provenant de Saint-Florent : mes exemplaires de Corse sont tous plus ou moins déformés, mais présentent, manifestement, tous les caractères de l'espèce maltaise.

Niveau.—*Tristomanthus Spratti* Wr. se trouve dans le Burdigalien à Malte et en Corse. A Saint-Florent, il est assez commun ; je l'ai recueilli avec la variété *minor* du *Pericosmus latus* Ag., espèce qui l'accompagne également à Malte dans le *Globigerina* Limestone. Les *Tristomanthus Spratti* Wr. du *Globigerina* Limestone de Malte sont souvent épigénisés en phosphate, tel l'échantillon figuré planche XI, fig. 8, 8 a.

Schizaster Desori Wright.

(Pl. XIV, fig. 7.)

1855. — *Schizaster Desori* Wright. On fossil Echinoderms from the Island of Malta. Ann. Mag. Nat. Hist. (2), XV, p. 264-266, pl. VI, fig. 3 a-c.

Je crois utile, vu la rareté des *Schizaster* non déformés, de figurer à nouveau cette espèce en phototypie. D'ailleurs, elle a été illustrée, en lithographie seulement, par Wright, Manzoni et M. J. Lambert. — L'étroitesse du sillon antérieur ambulacraire, la position excentrique de l'apex en arrière, la divergence des ambulacres pairs excavés mais non flexueux, la longueur des pétales ambulacraires postérieurs, plus courts que les ambulacres antérieurs, mais proportionnellement plus allongés qu'ils ne le sont en général chez les *Schizaster*, la position du péristome, etc., sont autant de bons caractères spécifiques qui permettent de reconnaître immédiatement *Schizaster Desori*.

Niveau. — *Schizaster Desori* Wr. serait connu dès l'Aquitainien en Sardaigne [381] et a même été cité dans le Tongrien du Piémont (Carcare, Dego, Cassinelle), sans toutefois être figuré, par Airaghi. Ces assimilations sont peut-être légèrement sujettes à caution. Quoi qu'il en soit, son niveau habituel est le Burdigalien et le Schlier. Personnellement je l'ai recueilli à Malte et en Corse dans le Burdigalien. A Baden (Autriche) et Kalksburg, j'ai seulement recueilli *Schizaster Karreri* Laube.

***Schizaster eurynotus* Agassiz (*in* Sismonda).**

(Pl. XIV, fig. 1-6.)

1840. — *Schizaster eurynotus* Agassiz. Catalogus Ectyp. Echin. foss. musei neocom., p. 2 (devenu plus tard *Schizaster vicinalis* Ag.).

1843. — *Schizaster eurynotus* Sismonda. Sugli Echin. foss. del contad. di Nizza (*Mem. R. Ac. Torino*), p. 31, pl. II, fig. 2-3.

Ce *Schizaster*, de taille grande ou moyenne, fut souvent cité sous le nom de *Schizaster Scillæ* Desm. (*Spatangus*), en particulier par Desor, Wright, Laube, Pomel, Gregory, Gauthier, Cotteau. M. J. Lambert [216] a indiqué sa synonymie détaillée, lui restituant son vrai nom.

Les échantillons figurés planche XIV proviennent, soit de la Corse (exclusivement des environs de Bonifacio), soit de Malte : dans ces deux îles, *S. eurynotus* Ag. est une espèce bien commune dans le Burdigalien, ainsi que j'ai pu le constater, mais sujette à de fréquentes déformations souvent délicates à apprécier. — Ses principales caractéristiques sont :

1^o Sa forme générale allongée, souvent fortement rétrécie en arrière, déclive en avant, avec une carène postérieure saillante incurvée en saillie au-dessus de l'aire anale postérieure qui est normalement à peu près verticale chez les exemplaires non déformés (comparer à ce sujet les profils, fig. 1 *a* et 5 *a*, pl. XIV).

2^o Apex excentrique en arrière, muni de quatre pores génitaux.

3^o Sillon ambulacraire impair, à zones porifères bigeminées, élargi près de l'apex, se rétrécissant un peu vers le bord antérieur moyennement échancré. Ambulacres pairs dans des sillons étroits, peu divergents, les postérieurs de moitié plus courts que les antérieurs, ces derniers étant flexueux et lyriformes.

4^o Face supérieure accidentée dans les régions interambulacraires, particulièrement chez les exemplaires de grande taille (pl. XIV, fig. 5).

5^o Face inférieure avec large plastron non bombé, garni de fins tubercules alignés en séries onduleuses de chaque côté de la ligne médiane. Péristome réniforme peu éloigné du bord.

6^o Fasciole péripétale de largeur assez variable, sinueuse, rétrécie en deux endroits, aux nodosités des aires interambulacraires le long des pétales pairs antérieurs, notamment au point d'où se détache la fasciole sous-anale. La fasciole péripétale s'élargit vers l'extrémité des ambulacres antérieurs, se dirige en remontant vers le sillon ambulacraire

antérieur, puis fait un coude assez brusque et change encore de direction en traversant ce sillon perpendiculairement à l'axe antéro-postérieur.

M. J. Lambert a insisté sur cette disposition de la fasciole en avant des ambulacres pairs antérieurs qui paraît, en effet, constante pour chaque espèce chez les *Schizaster*, et peut être utilisée en taxonomie.

En ce qui concerne le nombre des pores génitaux, il est incontestable que *Schizaster eurynotus* en possède bien quatre, ainsi que le déclare M. Stefani, contrairement à l'opinion de Cotteau, qui avait cru y voir trois pores génitaux, et de M. J. Lambert qui n'en signale que deux. Il est vrai que, ces quatre pores sont très souvent invisibles, du moins en partie, par suite des compressions subies par le test, qui ont fait chevaucher plus ou moins notablement et souvent même aplati les saillies des interambulacres voisines de l'apex. — Assez fréquemment, à Malte, des exemplaires de *Schizaster eurynotus* se présentent avec la partie interne de la face supérieure complètement dégagée, et notamment l'apex fort bien conservé (pl. XIV, fig. 6). On voit ainsi nettement quatre pores assez écartés, mais rapprochés, deux par deux, de chaque côté de la ligne médiane, les antérieurs un peu moins ouverts que les postérieurs; au centre et un peu en-dessous des pores génitaux, une légère saillie indique l'attache du canal du sable. L'apex muni de quatre pores génitaux est un caractère primitif dans le genre *Schizaster*, qui persiste chez quelques espèces actuelles (ex. : *Schizaster Savignyi* Fourtau).

Niveau. — Les exemplaires figurés planche XIV, soit de Corse, soit de Malte, proviennent tous du Burdigalien. *Schizaster eurynotus* se recueille aussi dans le Néogène moyen.

Schizaster Genevaulxi, nov. sp.

M. Genevaulx a bien voulu me communiquer de nombreux Échinides provenant du Néogène des environs de Bonifacio : j'ai remarqué plusieurs exemplaires d'un *Schizaster* dont les caractères particuliers justifient l'établissement d'une espèce nouvelle que je suis heureux de dédier à mon aimable confrère.

Comme il arrive fréquemment par suite de la fragilité de leur test, ces *Schizaster* sont plus ou moins complets ou déformés. Deux des meilleurs exemplaires sont ici figurés. Voici les dimensions de celui figuré de face et de profil (fig. 30) qui peut servir de type :

Diamètre longitudinal.....	71 ^{mm} ,5
Diamètre transversal.....	74 millimètres.
Hauteur.....	55 —

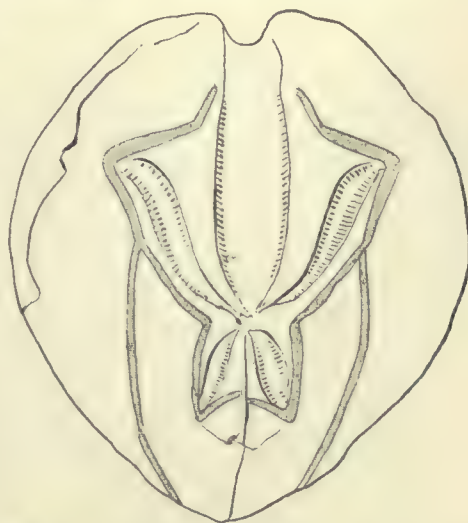


Fig. 29. — *Schizaster eurynotus* Ag. Burdigalien. Environs de Bonifacio (Corse). Exemplaire de la collection Peron figuré pl. XIV, fig. 4. Disposition des fascioles.

Ambulacre impair.....	{	Largeur.....	5mm,5
		Longueur.....	33 millimètres.
Ambulacres pairs antérieurs.....	{	Largeur.....	5 —
		Longueur.....	28 —
Ambulacres pairs postérieurs.....	{	Largeur.....	5 —
		Longueur.....	20 —

Ces dimensions correspondent à la taille moyenne de l'espèce, ainsi que j'ai pu m'en assurer par l'examen de plusieurs échantillons, mais ce *Schizaster* peut atteindre de plus



Fig. 30. — *Schizaster Gennevauxi* nov. sp. Burdigalien. Capo Bianco près Bonifacio. Le même échantillon vu de face et de profil (grandeur naturelle). La disposition des fascioles est figurée au trait (réduction de 1/3).

grandes dimensions. Sur celui représenté figure 30, les ambulacres pairs antérieurs mesurent 38 millimètres, les ambulacres postérieurs 24 millimètres de long.

La face supérieure atteint sa plus grande hauteur un peu en arrière de l'apex, légèrement excentrique avec quatre pores génitaux : elle est assez rapidement déclive vers la partie antérieure et sur les flancs. Une carène postérieure partant de l'apex aboutit au périprocte qui est ovale et largement ouvert au sommet de la face postérieure. Il y a

environ trente-cinq paires de pores dans les ambulacres pairs antérieurs et vingt-cinq seulement dans les ambulacres postérieurs (1).

A la face inférieure, le péristome réniforme, muni d'un labrum bien développé, s'ouvre à 15 millimètres environ du bord antérieur. Le test est orné de fins et nombreux tubercules, moins serrés, plus développés vers l'ambitus, dans la partie antérieure, ainsi qu'en avant du péristome et de chaque côté du plastron à la face inférieure.

Caractéristiques de Schizaster Gennevauxi. —

Schizaster Gennevauxi se distingue des espèces déjà décrites du même genre :

1^o Par sa grande taille et surtout par la longueur de ses ambulacres pairs qui rappellent certains *Opissaster* tels que *Opissaster Almerai* Lamb., *Opissaster Cotteri* de Lor.

2^o Par la disposition très particulière de la fasciole péripétale (fig. 30, 31). Cette fasciole bien développée contourne assez largement les pétales ambulacraires, tangente seulement à leur extrémité. Comme il est de règle, elle présente des étranglements qui correspondent aux nodosités ambulacraires; mais, en outre, j'ai constaté fort nettement sur tous les exemplaires des inflexions de cette fasciole péripétale formant parfois des triangles fermés pouvant présenter, ou non, à leur intérieur de fins clavules. Ils sont invariablement situés dans les interambulacres, entre l'ambulacre impair et les pétales pairs antérieurs, et d'autre part entre ceux-ci et les pétales postérieurs.

Chez aucun *Schizaster*, la fasciole péripétale ne présente ces inflexions triangulaires. De plus, la fasciole sous-anale est beaucoup plus marquée sur les flancs qu'elle ne l'est en général chez les *Schizaster*, où elle se présente ordinairement filiforme (fig. 30).

Localité. — Tous les exemplaires communiqués proviennent de Capo Bianco près Bonifacio; étage Burdigalien.

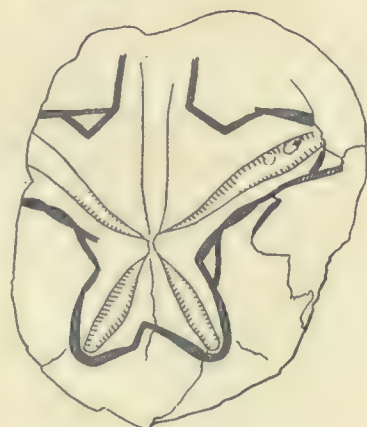


Fig. 31. — *Schizaster Gennevauxi* nov. sp. Autre échantillon du même niveau et de la même provenance (grandeur naturelle). Le dessin au trait est réduit de 1/3.

(1) Les *Linthia* ont le même nombre de pores par paires dans tous les ambulacres.

Schizaster Lovisatoi Cotteau.

(Pl. XIII, fig. 2-7.)

1895. — *Schizaster Lovisatoi* Cotteau. Description des Échin. miocènes de la Sardaigne. Mém. Soc. Géol., France (Paléontologie), n° 13, p. 45-46, pl. V, fig. 9-10.

1907. — *Schizaster calceolus* Lambert. Description des Échin. fossiles des terrains miocéniques de la Sardaigne. Mém. Soc. Pal., Suisse, XXXIV, p. 69-70, pl. V, fig. 8.

La mollasse jaune gréseuse de la Couronne (Bouches-du-Rhône), présente en certains points de nombreux *Schizaster*, dont il est assez difficile de recueillir des tests complets et intacts, la plupart étant déformés ou en fragments. Des recherches répétées m'ont néanmoins procuré de bons exemplaires, dont certains sont figurés planche XIII, fig. 4-7.

Ces échantillons présentent tous les caractères du *Schizaster Lovisatoi*, décrit fort minutieusement par Cotteau, du Néogène inférieur de Catelsardo (Sassari), en Sardaigne. M. J. Lambert déclare n'avoir pas vu ce *Schizaster*, mais notre confrère décrit un *Schizaster calceolus* qui, d'après sa description et la figure, ne diffère du *Schizaster Lovisatoi* Cott. que par son apex moins excentrique en arrière. Or, la figure donnée par Cotteau, examinée avec soin, représente certainement un *Schizaster* assez déformé, accident particulièrement fréquent chez ces fossiles et qui peut expliquer cette plus grande excentricité de l'apex. D'ailleurs, *Schizaster calceolus*, dit M. Lambert, a un apex « subcentral », mais la figure montre un apex assez excentrique en arrière.

Les caractères plus importants sont tous identiques à ceux de *Schizaster Lovisatoi* Cott. et se retrouvent chez les *Schizaster* du cap Couronne, aussi bien que sur d'autres *Schizaster* de Corse, recueillis par Peron dans le Burdigalien des environs de Bonifacio (pl. XIII, fig. 2, 2 a, 2 b), et par moi-même à la fontaine de Cadelabra, près Bonifacio (pl. XIII, fig. 3). Je résume ici la diagnose de cette espèce parfaitement décrite déjà :

1° Contour sub-polygonal ovalaire, un peu rétréci en arrière. Face supérieure acuminée en arrière de l'apex, décline en avant plus ou moins fortement suivant les déformations subies. Le profil peut ainsi varier (pl. XIII, fig. 2 a, 4 a, 5) assez sensiblement.

2° Apex légèrement excentrique en arrière, muni de deux pores génitaux.

3° Sillon ambulacraire antérieur excavé avec pores dédoublés, s'atténuant vers le bord antérieur échancré, élargi près de l'apex, faiblement rétréci vers l'ambitus. Ambulacres pairs peu divergents, les postérieurs courts.

4° Face inférieure légèrement bombée chez les exemplaires non déformés (pl. XIII, fig. 2 a, 5), dans la région du plastron. Les tubercules plastronaux très serrés sont disposés par séries linéaires obliques, mais non sinueuses, de chaque côté de la ligne médiane, en forme de chevrons. Péristome un peu éloigné du bord, réniforme, avec un labrum à bordure assez épaisse (pl. XIII, fig. 6). Périprocte arrondi sous le rostre postérieur, au sommet d'une aire bien délimitée (pl. XIII, fig. 4 b).

5° Fasciole péripétale large, rapprochée des pétales, rétrécie aux nodosités interambulacraires. En avant des ambulacres pairs antérieurs, elle se dirige obliquement vers le

sillon ambulacraire impair sans former de coude bien sensible, mais est seulement rétrécie à l'endroit où elle traverse la saillie noduleuse interambulacraire qui, chez *Schizaster Lovisatoi*, est bien marquée.

D'autres espèces paraissent extrêmement voisines et devraient sans doute être rattachées au *Schizaster Lovisatoi* Cott. : tel est *Schizaster ventiensis* Lamb., décrit et figuré du Burdigalien de Vence (Alpes-Maritimes), qui n'en diffère guère que par sa taille un peu plus petite. M. Lambert dit bien, cependant, que *Schizaster Lovisatoi* Cott. est plus large, plus aminci, plus rostré en arrière, avec un apex plus excentrique ; mais ces différences sont-elles véritablement aussi réelles que le croit notre savant confrère ? Pour ma part, j'estime

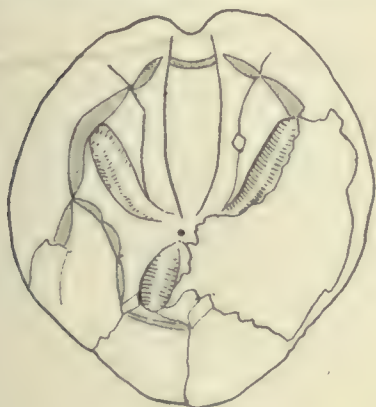


Fig. 32. — *Schizaster Lovisatoi* Cott. Burdigalien. Capo Bianco près Bonifacio (Corse). Échantillon de la collection Peron, figuré pl. XIII, fig. 2, 2 a, 2 b.

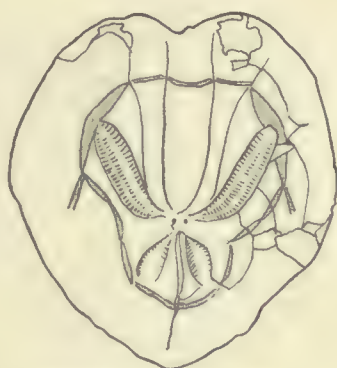


Fig. 33. — *Schizaster Lovisatoi* Cott. Burdigalien. Fontaine de Cadelabra près Bonifacio (Corse). Échantillon figuré pl. XIII, fig. 3.

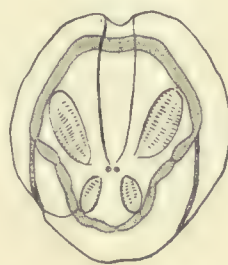


Fig. 34. — *Schizaster Lovisatoi* Cott. Burdigalien supérieur. Promontoire de Tamaris près la Couronne (Bouches-du-Rhône). Échantillon figuré pl. XIII, fig. 7, 7 a.

Disposition des fascioles.

que l'on ne saurait trop être prudent dans les questions de forme générale ou d'excentricité plus ou moins marquée de l'apex, surtout quand il s'agit de *Schizaster*. J'ai pu constater des variations véritablement très grandes, sensibles surtout dans les profils, chez un bon nombre de *Schizaster* appartenant à la même espèce, recueillis dans le même gisement, et, bien certainement, un *Schizaster* fossile n'ayant subi aucune déformation est toujours une rareté.

Niveau. — En Sardaigne, *Schizaster Lovisatoi* Cott. a été décrit de couches inférieures au Langhien. D'autre part, *Schizaster calceolus* Lamb. a été signalé du Burdigalien et de l'Helvétien : je rappelle, enfin, que M. Almera [212] signala *Schizaster Lovisatoi* Cott. abondant dans le Burdigalien, au ravin des Monjos et Panades (province de Barcelone); mais cette espèce ne figure plus dans le mémoire postérieur de M. J. Lambert sur les Échinides néogènes de cette région.

En Corse et au cap Couronne, j'ai recueilli *Schizaster Lovisatoi* dans le Burdigalien. Aux environs de Bonifacio, le gisement de Cadelabra est incontestablement burdigalien (1). La mollasse jaune gréseuse de la Couronne est d'âge Burdigalien supérieur et

(1) M. Gennevaux l'a également recueilli à Capo Bianco, près Bonifacio.

non de l'Helvétien, ainsi que l'attestent sa position stratigraphique et sa faune marine. Il semble donc que, si ce *Schizaster Lovisatoi* Cott. débute dans l'Aquitanién et peut remonter jusque dans l'Helvétien, son niveau habituel soit le Burdigalien.

Schizaster sardiniensis Cotteau.

(Pl. XIV, fig. 8, 8 a.)

1895. — *Schizaster sardiniensis* Cotteau. Description des Échin. miocènes de la Sardaigne. Mém. Soc. Géol. France (Paléontologie), n° 13, p. 46-47, pl. V, fig. 11-12.

1907. — *Schizaster sardiniensis* Lambert. Description des Échin. fossiles des terrains miocéniques de la Sardaigne. Mém. Soc. Pal. Suisse, p. 71, pl. IV, fig. 8-10.

L'exemplaire figuré planche XIV provient de Malte où je l'ai recueilli dans le Burdigalien (*Globigerina* Limestone), aux environs de Citta-Vecchia; il correspond parfaitement au *Schizaster sardiniensis* décrit et figuré par Cotteau, puis par M. Lambert. — Sa forme générale, ses dimensions, la position de l'apex montrant fort nettement deux pores génitaux largement ouverts, la fasciole péripétale bien visible, élargie en face des extrémités des pétales pairs antérieurs et remontant obliquement avant de traverser le sillon, tous ces caractères sont conformes à la description et à la figure données par Cotteau. Par contre, le profil est plus haut que celui de l'échantillon légèrement aplati, mais appartenant bien à cette même espèce, figuré par M. J. Lambert.

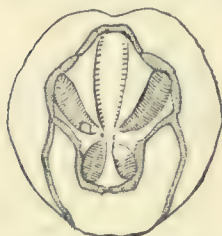


Fig. 35. — *Schizaster sardiniensis* Cott. Burdigalien (*Globigerina* Limestone). Malte. — Échantillon figuré pl. XIV, fig. 8, 8 a. Disposition des fascioles.

La présence du *Schizaster sardiniensis* Cott. dans le *Globigerina* Limestone de Malte est intéressante, car jusqu'ici on ne connaissait pas cette espèce en dehors de la Sardaigne. D'après M. Lambert, *S. sardiniensis* Cott. est très abondant dans le Burdigalien (Cadreas et Thiesi), et persiste dans l'Helvétien sarde. A Malte, *S. sardiniensis*

paraît rare et se trouve dans le Burdigalien.

Pericosmus latus Agassiz.

(Pl. XV, fig. 5, 5 a, 6, 6 a.)

1840. — *Micraster latus* Agassiz. Catal. syst. Ectyp. foss. Echin. Musei neocom., p. 2 (non *Micraster latus* Sism.).

1847. — *Pericosmus latus* Agassiz, in Agassiz et Desor. Catal. raisonné des Échin., p. 125, pl. XVI, fig. 1.

Pericosmus latus Ag. est une espèce assez commune dans le Burdigalien du Bassin Méditerranéen (Alpes-Maritimes, Corse, Sardaigne, Malte) et se recueille également dans le Néogène moyen (Émilie, Corse, Sardaigne, Égypte) (1). Tous les auteurs qui l'ont

(1) M. Gauthier a fait, lui-même, observer que son *Pericosmus Lyonsi* était un exemplaire aberrant de *Pericosmus latus* Ag.

décrit ont fait remarquer que ses grandes dimensions, justifiant le qualificatif *latus*, distinguent ce *Pericosmus*. Il existe cependant, outre les échantillons typiques de grande taille, d'autres exemplaires qui sont de dimensions beaucoup plus modestes, leur taille seule les différenciant, d'ailleurs, des premiers. Cette variété *minor* paraît ne pas coexister avec la forme typique de grande taille : j'ai recueilli cette variété à Malte, dans le *Globigerina* Limestone, et à Saint-Florent en Corse, dans le Burdigalien, avec *Tristomanthus Spratti* Wr. ci-dessus signalé. Je figure, pl. XV, fig. 6, 6 a, un échantillon du *Globigerina* Limestone maltais et, fig. 5, 5 a, un magnifique exemplaire, de la forme type, donné à Cotteau par Peron, et provenant des environs de Bonifacio (Corse).

On remarque, en outre, chez *Pericosmus latus*, une particularité fort intéressante, non encore signalée à ma connaissance, concernant la fasciole péripétale. — Les *Pericosmus* sont caractérisés, ainsi que l'on sait, par la présence de deux fascioles, l'une marginale, l'autre péripétale : or, chez *Pericosmus latus* Ag., forme typique ou variété *minor*, j'ai observé de façon constante, sur plusieurs échantillons, la multiplication de la fasciole péripétale en avant des ambulacres pairs antérieurs (pl. XV, fig. 7). Cette fasciole émet généralement deux ramifications, qui, elles-mêmes, peuvent se ramifier fort capricieusement et forment ainsi, en traversant le sillon ambulacraire antérieur, comme un plexus plus ou moins compliqué, à réseau lâche, situé à mi-distance de l'apex et de l'ambitus (fig. 36). Ceci est tout à fait analogue à ce qui a été décrit et figuré par A. Agassiz, concernant la fasciole d'une espèce actuelle recueillie par l'expédition du *Blake*, dans la mer des Antilles (1), *Macropneustes spatangoides* Ag., qui est, d'ailleurs, un véritable *Spatangus* par ses pétales, la disposition des tubercules, les pédicellaires, etc. Toutefois, chez *Macropneustes spatangoides*, c'est tout le long de son parcours que la fasciole péripétale est multipliée fort capricieusement, tandis que, chez tous les *Pericosmus latus* examinés, cette multiplication de la fasciole péripétale s'observe seulement dans la région antérieure. Je n'ai pu vérifier si ce fait, constant chez *Pericosmus latus*, est spécial à cette espèce (forme type et var. *minor*), n'ayant pas eu à ma disposition des exemplaires suffisamment bien conservés, appartenant à d'autres espèces du même genre. Par contre, il est bien certain qu'il ne s'agit pas de cas isolés plus ou moins exceptionnels : j'ai, en effet constaté cette disposition sur plusieurs *Pericosmus latus* de taille et de provenances diverses.

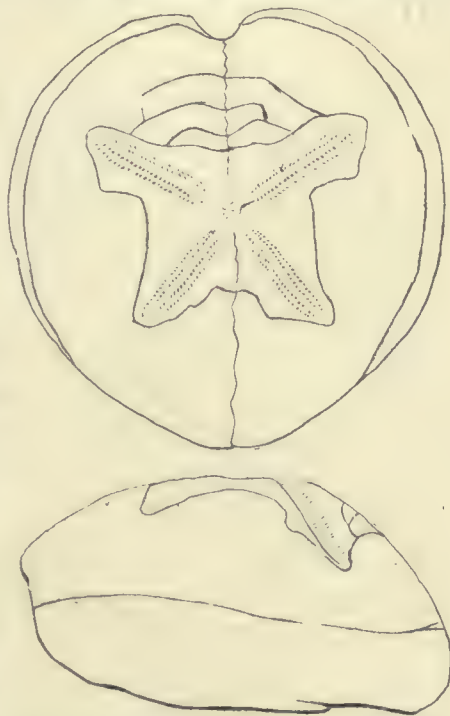


Fig. 36. — *Pericosmus latus* Ag. Burdigalien. Environs de Bonifacio (Corse). Face supérieure et profil de l'échantillon figuré pl. XV, fig. 5, 5 a, montrant la multiplication de la fasciole péripétale entre les ambulacres pairs antérieurs.

(1) 1883. — AGASSIZ. A Report on the Echini (Result dredg. « Blake » Mus. Comp. Zool. Harvard College, vol. X, n° 1, 94 pages, 32 planches (voir p. 64, pl. XXVII).

Le rôle physiologique des fascioles n'est pas encore nettement éclairci ; mais on constate leur apparition chez les Spatangidés dès le Crétacé supérieur. Elles sont tout d'abord diffuses, pouvant être présentes ou absentes, puis deviennent bien caractérisées et constantes ; cependant, qu'elles soient simples ou complexes, elles ne sont pas multiples ; du moins on n'en a pas signalé d'exemples jusqu'ici chez les fossiles. *Pericosmus latus* Ag. est donc jusqu'à présent le plus ancien Spatangidé fossile, dont la fasciole péripétale se multiplie franchement sur une partie de son parcours, ce qui prouve, sans doute, un état d'évolution particulièrement avancé, du moins dans ce sens, chez cette espèce.

Brissus Bastiæ Oppenh.

(Pl. XV, fig. 4, 4 a, 4 b, 4 c, 4 d, 4 e.)

1902. — *Brissus Bastiæ* Oppenheim. Revision der tertiären Echiniden Venet. und d. Trent. Zeitsch. d. deutsch. geol., Ges. LIV, p. 261, — 262, fig. 21.

L'Aquitanién supérieur des environs de Carry (Bouches-du-Rhône) est assez riche en Échinides. J'ai recueilli au cap de Nautes, entre la crique Barqueroute et l'anse du Rouet, plusieurs exemplaires d'un *Brissus* de taille petite ou moyenne, qui ne se différencie pas du *Brissus Bastiæ* Oppenh.

Cette espèce peut atteindre une taille moyenne : environ 31 millimètres suivant le diamètre antéro-postérieur, 25 millimètres transversalement ; le plus petit échantillon (fig. 4 c) mesure 16^{mm},5 dans le sens longitudinal et 12^{mm},5 transversalement.

La face supérieure est légèrement déclive vers la bordure antérieure arrondie, la carène dorsale postérieure est très peu accusée. L'apex, excentrique en avant, montre quatre pores génitaux disposés en trapèze, les antérieurs très petits (fig. 4 e), le corps madréporiforme se prolongeant au milieu et en arrière des pores génitaux, disposition commune à tous les *Brissus*.

L'ambulacre impair est superficiel, il y a seulement une très légère dépression des zones porifères : sur le petit exemplaire (fig. 4 e x 3), il y a environ dix paires de pores. Les ambulacres pairs sont assez larges, mais peu profondément creusés ; les postérieurs peu divergents, plus longs que les antérieurs (longueur 12 millimètres sur un exemplaire de taille moyenne, pl. XV, fig. 4). Les ambulacres antérieurs transverses sont légèrement flexueux. Je compte vingt-trois paires de pores dans les ambulacres postérieurs, et une vingtaine seulement dans les ambulacres antérieurs. La fasciole péripétale, très sinueuse, décrit, dans la partie antérieure, deux coudes en escalier caractéristiques remontant assez haut non loin du bord antérieur.

À la face inférieure, le péristome, faiblement labié, est excentrique en avant (fig. 4 a, 4 b, 4 c, 4 d), large et réniforme. Le plastron porte de fins tubercules en séries régulières, avec deux nodosités à la partie postérieure ; la fasciole sous-anale forme un anneau. Le périprocte situé à la partie postérieure du test est ovale et acuminé antérieurement.

Les tubercules de la face supérieure sont petits et uniformes : ceux qui sont situés près de l'apex et surtout quelques tubercules en bordure de l'ambulacre impair sont plus

gros, visiblement perforés et crénelés; une fine granulation remplit les intervalles.

Ce *Brissus* de l'Aquitanién supérieur des environs de Carry ne peut guère être comparé qu'au *Brissus Bastiæ* Oppenh. de l'Oligocène moyen du mont Bastia, près Montecchio Maggiore (Vicentin) [*op. cit.*, pp. 261, 262, fig. 21], distingué par M. Oppenheim du *Brissus dilatatus* Des., espèce du calcaire à astéries du Bordelais à laquelle Dames [288] l'avait auparavant assimilé avec doute. Je ne crois pas devoir l'en distinguer spécifiquement : la figure donnée par M. Oppenheim montre seulement la forme générale et la disposition des ambulacres; aussi m'a-t-il paru utile de figurer, pl. XV, fig. 4 e, un exemplaire au grossissement de trois diamètres.

Le genre *Brissus* ne comporte qu'un petit nombre d'espèces fort homogènes, dont la plus ancienne, *Brissus dilatatus* Des. (calcaire à astéries), présente déjà, dans l'ensemble de ses caractères, une ressemblance avec le *Brissus Scillæ* actuel, ainsi que le constatait Cotteau. La même observation s'applique au *Brissus Bastiæ* Oppenh. qui, jusqu'ici, est le plus ancien *Brissus* méditerranéen connu : ses dimensions sont peu considérables; beaucoup d'exemplaires de Carry sont de petite taille (fig. 4 c, 4 d). — Dès le Burdigalien, les *Brissus* atteignent des dimensions plus grandes, tel, *Brissus oblongus* de Malte; je signalerai également un *Brissus* d'assez forte taille qui se recueille communément dans la mollasse burdigalienne des environs d'Istres avec *Pecten Ziziniæ* Blanckenh. (fig. 37); mais, n'ayant pu en recueillir que des échantillons déformés ou écrasés, j'en donne seulement ici un dessin, sans vouloir le nommer spécifiquement.



Fig. 37. — *Brissus* sp. Burdigalien supérieur. Istres (Bouches-du-Rhône).

Niveau. — L'exemplaire unique, décrit et figuré par M. Oppenheim, provient du mont Bastia, près Montecchio-Maggiore (Oligocène moyen, *vide* Oppenheim). Les *Brissus Bastiæ* de Carry sont de l'Aquitanién supérieur : je les ai exclusivement recueillis à l'est de la crique Barqueroute, dans une mollasse grise à nombreux Polypiers, qui présente, par endroits, de nombreuses Globigérines, quelques Lépidocyclines, *Parasalenia Fontannesi* Cott., *Psammechinus coronalis* Lamb., pinces de Crustacés, etc., (voir la coupe, chap. I, p. 9). Ce dépôt est certainement peu profond; *Brissus Scillæ* actuel vit, en général, à une profondeur maxima d'une vingtaine de mètres.

Euspatangus melitensis Gregory (*Metalia*).

(Pl. IX, fig. 9).

1892. — *Metalia melitensis* Gregory. The Maltese foss. Echin. Trans. Roy. Soc. Edinburgh, XXXVI, p. 621, 622, pl. II, fig. 5 a-c.

1908. — *Euspatangus melitensis* Stefanini. Echin. miocen. di Malta. Boll. Soc. Geol. It., XXVII, p. 464, pl. XVII, fig. 6.

Cette espèce est assez commune à Malte, dans le *Globigerina* Limestone. J'ai pu étudier de fort bons exemplaires appartenant à l'Université de Valletta, qui confirment son attribution au genre *Euspatangus*. L'exemplaire figuré planche IX, en parfait état de conservation, présente une particularité anormale concernant la fasciole péripétale qui limite les gros tubercules scrobiculés, disséminés dans les interambulacres, sauf l'interambulacre postérieur. Normalement, en effet, chez *Euspatangus melitensis* Greg., la fasciole décrit un cercle autour des pétales ambulacraires. Sur l'échantillon figuré, la fasciole péripétale se coude brusquement, presque à angle droit, en deux points : 1° dans l'interambulacre postérieur, un peu à gauche de la ligne médiane ; 2° au-dessous de l'extrémité du pétale antérieur pair, du côté droit.

De pareils changements de direction de la fasciole péripétale sont normaux lorsque le test se trouve plus ou moins accidenté à la face supérieure, soit par une carène postérieure, soit par suite du renflement médian plus ou moins sensible des plaques interambulacraires déterminant des saillies parfois très accentuées comme chez les *Schizaster* (1). Ces changements de direction de la fasciole péripétale se produisent toujours aux saillies interambulacraires, ou de chaque côté de la carène postérieure quand elle existe. Tel n'est pas le cas chez *Euspatangus melitensis*, et d'ailleurs les deux coudes brusques que présente la fasciole de cet échantillon ne se produisent que sur l'interambulacre postérieur, et seulement du côté droit. S'agit-il d'un cas tératologique dû à quelque accident de croissance ou à quelque autre cause ? Il serait assez tentant de le croire, étant donnée l'asymétrie déconcertante de ces brusques changements de direction qui se produisent sans motif bien apparent. Nous ignorons, il est vrai, la cause des singuliers zigzags si régulièrement symétriques que présente en avant des pétales pairs la fasciole des *Brissus* par exemple, et qui, eux non plus, ne peuvent être attribués à des saillies du test en cet endroit.

Il faut en conclure que les fascioles, dont on ignore encore la véritable signification, présentent, en outre, parfois de singulières anomalies ; de plus, quand il s'agit de fascioles très étroites telles que celle de l'*Euspatangus melitensis*, il faut pouvoir disposer d'échantillons exceptionnellement bien conservés pour pouvoir observer en totalité leur parcours. — Les caractères tirés de l'étude des fascioles, à part leur valeur taxonomique intrinsèque sur laquelle les Échinologues ne sont pas encore positivement fixés, sont malheureusement trop souvent de constatation délicate ou même impossible chez les Échinides fossiles. J'ai donc jugé utile de faire figurer ce bel échantillon montrant très distinctement la fasciole péripétale sur tout son parcours, tout en faisant observer que normalement cette fasciole est parfaitement circulaire.

Spatangus Marmoræ Desor (*Macropneustes*).

(Pl. XV, fig. 1, 1 a, 1 b, 1 c, 2.)

1847. — *Macropneustes Marmoræ* Desor in Agassiz et Desor. Catal. raisonné des Échin., p. 112.

1877. — *Macropneustes Marmoræ* Cotteau in Locard. Description de la faune des terr. tert. moy. de la Corse, p. 320, pl. XV, fig. 1-2.

(1) Chez les *Schizaster* où la fasciole péripétale est plus ou moins élargie, les inflexions de cette fasciole sont accompagnées d'étranglements bien marqués.

1896. — *Spatangus Marmoræ* Cotteau. Monographie des *Spatangus*, p. 7, pl. IV.
 1901. — *Mariania Marmoræ* Airaghi. Echin. terz. Piem. e Lig. Palæontographia Ital., VII, p. 211, pl. XXVII, fig. 5.
 1908. — *Mariania Marmoræ* Stefanini. Echin. del Miocene med. dell' Emilia. Palæontographia Ital., XIV, p. 105, pl. XVI, fig. 1.
 1909. — *Mariania Marmoræ* Lambert. Description Échin. foss. des terrains miocènes de la Sardaigne. Mém. Soc. Pal. Suisse, XXXV, p. 103, pl. IX, fig. 6, pl. XI, fig. 7.

Cotteau, en 1896, reconnaissant que *Macropneustes Marmoræ* présente des caractères de *Spatangus*, le rangeait dans ce dernier genre ; il n'avait pu toutefois observer de fasciole sous-anale. En 1901, M. Airaghi créa un genre *Mariania* comprenant *Mariania Marmoræ* Des. (*Macropneustes*), type du genre, et *Mariania chitonosa* Sism. (*Spatangus*). Ce genre *Mariania* fut discuté depuis par M. Lambert [381] : notre savant confrère démontra qu'en réalité, chez *Mariania Marmoræ* Des. (*Macropneustes*), les pétales sont plus ou moins fermés, plus ou moins déprimés, et qu'ainsi les caractères essentiels du genre *Mariania* étaient fort discutables. Néanmoins M. Lambert conserve ce genre, remarquant l'absence complète de fasciole sous-anale et la dispersion des tubercules « scrobiculés en chevron dans les interambulacres, épars dans les zones porifères ».

Je viens de faire observer combien les caractères tirés des fascioles sont souvent difficiles à observer chez les Échinides fossiles. Si les fascioles sont instables ou simplement fort ténues, il faut des échantillons exceptionnellement bien conservés pour qu'elles soient observables. En ce qui concerne l'espèce en question, M. Stefanini déclarait déjà avoir cru reconnaître quelques traces de fasciole sous-anale chez *Mariania Marmoræ*. Un unique exemplaire que j'ai recueilli dans le Burdigalien à la fontaine de Cadelabra, près Bonifacio, lève tous les doutes à ce sujet : il présente, en effet, une fasciole sous-anale fort nette, bien visible à la loupe. En raison de son intérêt et malgré l'état assez défectueux de sa face supérieure, je figure cet échantillon, pl. XV, fig. 1, 1 a, 1 b, ainsi qu'un agrandissement $\times 6$ d'une partie de la face inférieure présentant la fasciole sous-anale.

Comparé aux échantillons de cette espèce figurés par Cotteau et Airaghi sous les noms divers de *Macropneustes*, *Spatangus*, *Mariania*, le profil de notre exemplaire (fig. 1 a) paraît sans doute moins élevé. Cependant, si nous comparons les dimensions, nous avons :

	ÉCHANTILLON fig. in Cotteau et Locard.	ÉCHANTILLON fig. in Monogr. des <i>Spatangus</i> (1).	ÉCHANTILLON fig. in Airaghi.	ÉCHANTILLON pl. XV, fig. 1, 1 a, 1 b.
	millim.	millim.	millim.	millim.
Diamètre transversal.....	57	56	45	45
Diamètre longitudinal.....	49	49	45	46,5
Hauteur.....	31	26,5	20	18

D'autre part, Cotteau [243] donne les dimensions d'un jeune individu mesurant

(1) Je donne ces dimensions d'après des mesures directes de l'exemplaire de la collection Peron, figuré par Cotteau in Monographie des *Spatangus*, actuellement conservé dans les collections de Paléontologie du Muséum.

45 millimètres transversalement, 38 millimètres longitudinalement, 18 millimètres en hauteur. Ce sont, précisément, les mesures de l'échantillon que je figure, pl. XV, fig. 1, 1 a, 1 b, à part le diamètre antéro-postérieur qui a subi une légère déformation.

Cotteau et Airaghi considéraient que le bombement fortement accentué de la face supérieure était un des bons caractères de cette espèce. La plupart des échantillons figurés sont, en effet, notablement renflés à la face supérieure ; mais il est bien certain que ce n'est pas toujours la règle, certains exemplaires ne l'étant que modérément, ainsi que beaucoup de *Spatangus* des plus typiques. — J'ai sous les yeux le *Spatangus Marmoræ* figuré par Cotteau dans sa Monographie des *Spatangus* : cet exemplaire, faisant partie de la collection Peron et provenant de Corse, est entièrement identique, par tous ses autres caractères, à celui que je figure ici, pl. XV, fig. 1, 1 a, 1 b, auquel s'applique, du reste, rigoureusement la description de Cotteau ; mais il ne présente aucune trace de fasciole sous-anale et est plus élevé.

L'espèce est connue en Corse, en Sardaigne, dans le Piémont, l'Émilie. Elle existe également à Malte dans le « *Globigerina Limestone* » où j'en ai recueilli un exemplaire parfaitement caractérisé, bien que la face inférieure ne présente aucune trace de fasciole sous-anale (pl. XV, fig. 2), ce qui confirme le fait que cette fasciole est instable, pouvant exister ou faire complètement défaut. — Ceci est comparable à ce qu'on observe chez les premiers *Micraster*, certains individus étant fasciolés plus ou moins nettement, tandis que d'autres sont absolument adètes. *Macropneustes Marmoræ* Des. est donc un véritable *Spatangus* présentant, il est vrai, une physionomie particulière (pétales plus ou moins déprimés, plus ou moins ouverts, fasciole sous-anale présente ou absente), mais qui ne saurait toutefois être séparé des *Spatangus* plus typiques dont les caractères génériques sont constants.

Ainsi que l'a fait remarquer M. J. Lambert, *Spatangus Marmoræ* Des. (*Macropneustes*) se rapproche surtout de *Spatangus pustulosus* Wr. qui se recueille au même niveau, notamment à Malte, et dont les ambulacres sont plus déprimés que chez les espèces types. *Spatangus Marmoræ* Des. s'en distingue d'ailleurs facilement par ses gros tubercules crénelés, perforés, scrobiculés, non disposés nettement en chevrons, mais disséminés en grand nombre sans ordre bien apparent sur toute la face supérieure, et aussi par ses ambulacres plus larges. A la face inférieure, le plastron tuberculeux est peu développé : il égale en largeur une des zones périplastronales simplement granuleuses, tandis que, chez *Spatangus pustulosus* Wr., le plastron tuberculeux est largement étalé et les zones périplastronales plus réduites. Le péristome de *Spatangus Marmoræ* Desor, réniforme, est muni d'un labrum saillant et s'ouvre à 8 millimètres du bord antérieur chez les deux exemplaires ici figurés, l'un de Corse, l'autre de Malte, qui présentent sensiblement les mêmes dimensions.

Niveau. — *Spatangus Marmoræ* Des. (*Macropneustes*) a été signalé en Sardaigne dans l'Aquitanién supérieur. En Corse et à Malte, je l'ai recueilli dans le Burdigalien. Dans le Piémont et en Émilie, il se trouve dans le Néogène moyen.

CHAPITRE IV

VARIABILITÉ DE L'ESPÈCE CHEZ QUELQUES ÉCHINIDES DU NÉOGÈNE MÉDITERRANÉEN.

Les caractères spécifiques souvent délicats à bien préciser, du moins chez les Échinides fossiles, doivent être néanmoins soigneusement distingués des simples variations individuelles particulièrement fréquentes et étendues. Le test peut subir, en effet, chez une même espèce, des modifications plus ou moins profondes sous l'influence de causes multiples, notamment les conditions de milieu, l'âge, le sexe différent des individus. En ce qui concerne cette dernière cause, je pense qu'il faut sans doute attribuer à des différences sexuelles le dimorphisme souvent très marqué (forme renflée et haute, forme déprimée) : ceci se constate chez les Réguliers comme chez les Irréguliers, soit fossiles, soit actuels, chaque fois qu'on peut étudier des échantillons assez nombreux et comparables entre eux d'une seule espèce, provenant d'un même gisement, recueillis au même niveau, ayant donc vécu dans des conditions sensiblement identiques.

Des caractères, autrefois considérés comme spécifiques ou même génériques, ont dû être abandonnés ; d'autres le seront sans doute encore, à mesure que les Échinologues, ayant à leur disposition beaucoup de bons exemplaires, pourront connaître avec précision l'étendue des variations individuelles dans chaque espèce. Ayant pu réunir des séries suffisamment nombreuses d'échantillons de même espèce en bon état de conservation, provenant d'une même localité et recueillis dans la même formation, j'ai tenté la recherche des caractères pouvant seuls être considérés comme véritablement spécifiques, après élimination de ceux essentiellement variables suivant l'âge, le sexe (?), ou même le degré d'évolution plus ou moins accentué des individus.

Le nombre d'espèces appartenant au Néogène méditerranéen que j'ai pu étudier de cette manière est forcément très restreint : parmi les Réguliers, j'ai dû me borner à l'étude du *Parasalenia Fontannesii* Cott., dont les échantillons bien conservés sont fréquents aux environs de Carry-Sausset (Bouches-du-Rhône); parmi les Irréguliers, il m'a paru intéressant d'étudier, plus spécialement, à ce point de vue *Scutella paulensis* Ag. (nombreux exemplaires recueillis dans la localité type) et *Amphiope bioculata* Ag., particulièrement abondante en bon état de conservation dans les marnes sableuses de Saint-Christol, près Nissan (Hérault). J'ajoute enfin quelques observations concernant certains Clypéastres : *Clypeaster Reidii* Wr., *Clypeaster laltrostris* Ag., *Clypeaster altus* Kl.

Genre **Parasalenia** A. Ag., 1863.*Parasalenia Fontannesii* Cott. (1).

(Pl. II, fig. 1-21.)

- 1888-89. — *Parasalenia Fontannesii* Cotteau. Échinides nouveaux ou peu connus. Deuxième série, septième article, p. 118-120, et huitième article, p. 134, pl. XIV, fig. 9-12, pl. XVI, fig. 11, 12.
1889. — *Parasalenia Fontannesii* Depéret et Fontannes. Études paléontologiques pour servir à l'histoire de la période tertiaire dans le bassin du Rhône, IX. Les terrains tertiaires marins de la côte de Provence, p. 55, 58.
1907. — *Parasalenia Fontannesii* Lambert J. Description des Échinides fossiles des terrains miocènes de la Sardaigne. Mém. Soc. Pal. Suisse, vol. XXXIV, p. 39.
1911. — *Parasalenia Fontannesii* Lambert J. Description des Échinides néogènes du bassin du Rhône (première partie). Mém. Soc. Pal. Suisse, vol. XXXVII, p. 21, 22, pl. I, fig. 48-51.
1912. — *Parasalenia Fontannesii* Cotteau J. Observations sur les terrains tertiaires de la côte entre Sausset et l'anse du Grand-Vallat (Bouches-du-Rhône). B. S. G. F. (4), t. XII, p. 331-342 (2 fig.).

Le genre *Parasalenia* Ag., démembré en 1863 du genre *Echinometra* (= *Ellipsechinus* Lütken) contient seulement trois espèces connues. Le type du genre est *Parasalenia gratioiosa* Ag. vivant actuellement à Zanzibar, aux îles Sandwich, Kingmells, Bonin. Les principaux caractères génériques sont basés sur l'appareil apical : l'ouverture périproctale est petite, munie comme chez les Arbaciens (*Arbacia*, *Cælopleurus*) de quatre plaques anales qui forment valvule ; en outre, les plaques génitales bien développées sont allongées suivant l'axe du test, à l'exception de la plaque madréporique.

A l'état fossile, deux espèces seulement ont été décrites par Cotteau : *Parasalenia prisca* Cott. du Miocène d'Anguilla (Antilles suédoises) et *Parasalenia Fontannesii* du Néogène inférieur de Carry et Sausset (Bouches-du-Rhône), ici étudié, dont j'ai pu recueillir, au même niveau stratigraphique, de nombreux exemplaires à tous les stades.

Parasalenia Fontannesii Cott. est une espèce cantonnée sur le littoral provençal aux environs de Carry et Sausset, dans des couches grés-marneuses à *Lithothamnium*, Échinides (*Echinoneus*, *Brissus*, *Schizaster* d'assez petite taille), nombreux Polypiers, et Lépidocyclines (principalement *L. marginata* Micht., *L. Tournouëri* L. et R. D., etc.). Ces couches, à l'ouest de Sausset, contiennent la même faune qu'à l'est de Carry et appartiennent à l'Aquitanién supérieur.

Cotteau avait indiqué comme provenance : « Carry près Marseille (Bouches-du-Rhône) Rare. étage Aquitanién (mollasse inférieure) ». MM. Depéret et Fontannes, précisant davantage, citent *Parasalenia Fontannesii* à la crique Barqueroute près Carry. M. J. Lambert indique la localité de Sausset ainsi que Carry, mais attribue par erreur cette espèce à l'Helvétien. Il est d'ailleurs certain que les exemplaires recueillis par moi-même, soit à l'est de Carry, soit à l'ouest de Sausset, appartiennent tous à la même espèce et que les sédiments qui les renferment sont d'âge Aquitanién supérieur et non de l'Helvétien.

Les points de la côte où j'ai recueilli *Parasalenia Fontannesii* Cott. sont les suivants :

(1) En raison de l'intérêt et du peu d'extension de cette espèce, je donne ici sa bibliographie complète.

1° A l'est de Carry, au fond de la crique Barqueroute, puis entre cette crique et le cap de Nautes.

2° Aux environs de Sausset, au nord et à l'ouest sur la côte, plusieurs gisements :

a. Mollasse rose gréseuse, contenant de nombreuses radioles aciculaires de *Parasalenia Fontannesii* (je n'y ai point vu de débris de test), visible au nord du village dans un chemin en tranchée longeant la voie ferrée. Quelques blocs de cette mollasse rose pétrie de radioles sont également visibles au fond de la calanque du Petit-Nid.

b. Sur la côte à l'est de la calanque du Petit-Nid, en contre-bas de la route de Sausset à la Couronne.

c. Calanque du Petit-Nid (côté W.).

d. Entre la crique du Grand-Nid et l'îlot du Grand-Vallat.

Dimensions (en millimètres) des échantillons figurés pl. II.

a. ENVIRONS DE CARRY. — CRIQUE BARQUEROUTE, CÔTÉ E.

Grand diamètre.....	10	14,5	18,5	19	22
Petit diamètre.....	8,5	12,5	15	17	19,5
Hauteur.....					11,5

b) ENVIRONS DE SAUSSET. — DIVERS GISEMENTS A L'W.

Grand diamètre.....	6,5	9	10	11,5	11,5	12,5	13	13,5	13,5	14,5	17	17	23 ☒	24	26,5
Petit diamètre.....	6,5	7,5	8,5	9,5	10	9	10,5	10	12	12,5	14,5	15,5	19	21	24,5
Hauteur.....	3,5	4	?	4,5	5	5,5	5	5,5	5	6,5	7	7,5	8,5	10	11,5

NOTA. — L'échantillon marqué ☒ est celui dont l'appareil apical est conservé.

Stades jeunes. — Sauf un très petit échantillon de forme presque circulaire figuré pl. II, fig. 13, les jeunes *Parasalenia Fontannesii* de Carry-Sausset ont un test nettement elliptique. M. Lambert [266] a, d'ailleurs, fait remarquer que l'allongement de l'axe pouvait être plus ou moins grand suivant les individus, observation faite également par Cotteau à propos du *Parasalenia prisca* d'Anguilla. Il y a six, ou parfois sept, tubercules interambulacraires bien développés ; les tubercules ambulacraires, au nombre de huit en général, sont moins grands et très atténués à la face supérieure jusqu'à devenir indistincts près de l'apex. Les zones porifères, avec trois paires de pores par majeure, sont très peu onduleuses : c'est seulement aux abords du péristome que les paires de pores se disposent en séries obliques. Chez l'espèce actuelle, *Parasalenia gratiosa* Ag., la bordure du péristome est également occupée, dans chaque ambulacre, par une série de pores très petits disposés par paires : certains échantillons bien conservés du *Parasalenia Fontannesii* Cott. paraissent présenter la même disposition.

Stades adultes. — *Appareil apical.* — Chez *Parasalenia Fontannesii* adulte, je note

simplement l'augmentation et le développement des granules, particulièrement dans les interambulacres. On compte dix tubercules interambulacraires et treize tubercules ambulacraires. Les granules deviennent de véritables tubercules secondaires chez les échantillons de grande taille, s'alignant en rangées à peu près verticales dans les interambulacres. M. J. Lambert a montré à ce propos que le genre *Plagiechinus* Pomel n'avait aucune valeur : il est bien certain, en effet, que l'augmentation de la taille et du nombre des granules, dont certains deviennent de véritables tubercules, est un fait de développement ontogénique qui ne peut servir à caractériser un genre.

Un de mes échantillons adultes de *Parasalenia Fontannesi* a conservé parfaitement intact l'appareil apical (moins les quatre plaques anales) qui était jusqu'ici



Fig. 38. — *Parasalenia Fontannesi* Cott. Aquitanien supérieur. Calanque du Petit-Nid près Sausset (Bouches-du-Rhône). Appareil apical $\times 3$.



Fig. 39. — *Parasalenia gratiosa* Ag. Iles Sandwich (actuel). Appareil apical $\times 3$.

resté inconnu chez cette espèce. Je le figure $\times 3$, pl. II, fig. 21. — En comparant cet exemplaire avec un *Parasalenia gratiosa* Ag. actuel, muni de son appareil apical, provenant des îles Sandwich (collection Cotteau au Museum), j'ai pu m'assurer que ces deux espèces fort voisines possèdent néanmoins de bons caractères distinctifs mis en évidence par Cotteau. En ce qui concerne l'ap-

pareil apical dicyclique, les plaques génitales étirées suivant le grand axe sont encore plus allongées chez *Parasalenia Fontannesi* Cott. que chez *Parasalenia gratiosa* Ag., et chaque plaque ocellaire porte un ou plusieurs minuscules tubercules secondaires indifféremment répartis (fig. 38, 39).

Observations sur les couches à Parasalenia Fontannesi de Carry-Sausset (Bouches-du-Rhône). — Dans tous les points des environs de Carry-Sausset indiqués plus haut, *Parasalenia Fontannesi* Cott., loin d'être rare, est une espèce assez commune et même abondante surtout à l'ouest de Sausset. *Parasalenia Fontannesi* s'y trouve constamment associé à de nombreux Polypiers, d'autres Échinides plus rares (*Echinoneus*, *Brissus*, *Schizaster*), des *Lithothamnium*, et généralement à de nombreuses Lépidocyclines (principalement *L. marginata* Micht. et var.). Cependant, en un point (entre le Grand-Nid et le Grand-Vallat), j'ai constaté la présence de nombreux *Parasalenia* et l'absence absolue de Lépidocyclines, tandis qu'à l'est de la crique du Grand-Nid, par exemple, il y a des Lépidocyclines en abondance, mais *Parasalenia Fontannesi* fait complètement défaut.

La présence de ces *Parasalenia* n'est évidemment liée qu'au faciès coralligène de la mollasse gréso-marneuse qui, au surplus, se montre ici riche en Lépidocyclines. Ceci est un fait fort remarquable, car A. Agassiz (1) déclare que l'espèce actuelle *Parasalenia gratiosa* Ag. vit toujours (*always*) associée à l'*Echinometra lukunter* Leske se rencontrant en abondance dans les récifs de coraux. Ces deux espèces, qui appartiennent à

(1) 1872-1874 — A. AGASSIZ. Revision of the Echini. Illustrated Catalogue of the Museum of comparative Zoölogy at Harvard College, p. 436.

des genres différents (1), sont remarquables par la forme ovale du test dont le grand axe ne correspond pas exactement à l'axe antéro-postérieur, ébauche de la symétrie bilatérale réalisée chez les *Spatangues* à ambulacres hétérogènes.

Le genre *Parasalenia* oligopore, dont nous constatons la présence à Carry et Sausset dans les couches aquitaniennes, paraît jusqu'ici avoir précédé les véritables *Echinometra* polypores à quatre, six ou sept paires de pores en arcs par majeure (= *Ellipsechinus* Lütken), dont la seule espèce fossile connue, *Echinometra miocenica* de Lor., se rencontre dans les formations coralligènes du Néogène moyen. Je rappellerai enfin que j'ai décrit et figuré des radioles appartenant au genre *Heterocentrotus* Brandt (famille des *Echinometradæ*), recueillies à Madagascar dans des couches à Lépidocyclines par M. Paul Lemoine (2).

Parasalenia Fontannesii Cott. est, en somme, caractérisé :

a. *Génériquement* par l'allongement du test en ovale et par l'étirement suivant le même sens de l'appareil apical.

b. *Spécifiquement* : 1° Par le nombre et la taille de ses tubercules ambulacraires ou interambulacraires moins serrés que chez *P. gratiosa* Ag. actuel ; les interambulacres sont plus larges, la zone miliaire plus développée.

2° Par le nombre de ses paires de pores et leur disposition aux abords du péristome.

Genre *Scutella* Lamarck, 1816.

Scutella paulensis Agassiz.

(Pl. III, fig. 1-9. — Pl. IV, fig. 1-6).

1841. — *Scutella Paulensis* L. Agassiz. Monographie des Scutelles, p. 83, pl. 19, fig. 8-10.

D'après la description originale d'Agassiz et les remarques faites par M. J. Lambert dans son « Étude sur les Échinides de la molasse de Vence » [260], il ne me paraît pas douteux que la provenance de l'échantillon type de cette espèce, souvent citée dans le Néogène méditerranéen, ne soit Saint-Paul-trois-Châteaux (Drôme). J'ai recueilli en abondance *Scutella paulensis* Ag. aux environs de cette localité, à Saint-Restitut, dans le ravin des Givagières principalement. — Au sud de Saint-Restitut, la route de Bollène à Saint-Paul-trois-Châteaux dominant ce ravin entaille la molasse blanche marno-calcaire du Burdigalien supérieur qui contient principalement en cet endroit *Pecten subbenedictus* Font., *Cidaris avenionensis* Desm. (radioles), *Echinolampas scutiformis* Leske. Immédiatement subordonnée, et bien visible dans le ravin des Givagières, apparaît la molasse sableuse et glauconieuse, avec nombreux grains de quartz, appartenant au Burdigalien inférieur. C'est le niveau de *Scutella paulensis* Ag. qui s'y rencontre, suivant des couches peu épaisses, mais en si grande abondance que ces Échinides se trouvent parfois littéralement empilées les uns sur les autres, de même que dans la molasse de Vence (Alpes-Maritimes). Tous sont ici dans leur position normale : leur face supérieure est usée, car ils

1) M. Mortensen a même créé pour le genre *Parasalenia* une sous-famille « *Parasaleniniæ* », caractérisée par la forme des spicules.

(2) 1908 — COTTREAU J. Paléontologie de Madagascar. Les Échinides. (*Ann. Paléont.*, t. III, fasc. 4, 44 p., 17 fig. 5 pl.).

ont été certainement exposés au frottement des sables agités par les courants marins, ainsi qu'en témoignent aussi quelques rares dents de Squales fortement corrodées que l'on y rencontre. *Scutella paulensis* se rencontre d'ailleurs en abondance dans la mollasse sableuse, en beaucoup d'autres points, aux environs de Saint-Restitut.

J'ai étudié ainsi plus de cinquante échantillons recueillis dans *les mêmes couches*, mesurant depuis 30 millimètres jusqu'à 98 millimètres de diamètre transversalement avec toutes les tailles intermédiaires.

Forme générale. — L. Agassiz, créateur de l'espèce, dit que « sa forme générale est subcirculaire, fortement élargie en arrière, de manière que le diamètre transversal est sensiblement plus grand que le diamètre longitudinal. Son épaisseur est peu considérable ses bords sont amincis sans être aussi tranchants que dans le *Sc. truncata* ».

J'ai pu m'assurer qu'en réalité le contour général et la forme plus ou moins bombée varient suivant l'âge des individus, et sans doute le sexe. On peut, sous ce rapport, distinguer assez facilement quatre types principaux :

1° Les exemplaires correspondant parfaitement à la diagnose et aux figures d'Agassiz, donc typiques (pl. III, fig. 6, 7 ; pl. IV, fig. 1, 4).

2° Ceux dont la face supérieure est renflée dès l'ambitus, particulièrement dans les aires interambulacraires, mais qui conservent la forme générale des échantillons typiques. Il faut noter que le sommet reste toujours déprimé, comme si le test, non soutenu à la face supérieure sous l'apex par les piliers internes, s'était un peu affaissé en cet endroit. La plus grande hauteur ne correspond donc plus à l'apex, comme chez les exemplaires typiques, mais se trouve à mi-distance entre l'ambitus et l'apex. Je considère ces individus comme étant probablement ♀.

3° Certains échantillons diffèrent de la forme type par leur bord postérieur, non en ligne droite jusqu'aux sinus correspondant aux ambulacres postérieurs, mais arrondi. De plus, les sinus postérieurs y sont très fortement atténués, au point de devenir parfois nuls (pl. III, fig. 3, 5).

4° Quelques individus de grande taille présentent un contour subcirculaire, à peine onduleux (pl. IV, fig. 5).

Il y a, d'ailleurs, tous les intermédiaires entre les bords très ondulés et l'ambitus subcirculaire. J'ai enfin observé, sur un seul échantillon, une très faible échancrure (il ne s'agit pas d'une cassure accidentelle car le bord est intact) à la partie postérieure du test, vis-à-vis du périprocte infra-marginal (pl. III, fig. 8).

L'épaisseur des bords ne varie guère : elle est en moyenne de 1^{mm},5 chez les jeunes, de 2^{mm},5 chez les adultes. Souvent d'ailleurs, comme chez beaucoup d'autres Scutelles, les bords sont plus ou moins usés.

Péristome et Périprocte. — Le péristome arrondi ou parfois subpentagonal occupe toujours le centre de la face inférieure. Il mesure en moyenne 2^{mm},5 chez les adultes.

Le périprocte infra-marginal, toujours très rapproché du bord, mesure 1 millimètre ou 1^{mm},5. Sa distance par rapport au bord postérieur varie peu : 1 millimètre chez les jeunes, 2^{mm},5 chez les adultes. La distance du périprocte au péristome est beaucoup plus variable : suivant la taille des échantillons, elle mesure depuis 12^{mm},5 jusque 41^{mm},5 en

passant par de nombreux chiffres intermédiaires. Cette distance ne paraît, d'ailleurs, pas toujours liée à la taille des individus.

Appareil apical. — Du type monobasal et invariable. La plaque madréporique, de forme subpentagonale, mesurant 6 millimètres chez les adultes, occupe le centre. Les quatre pores génitaux, bien ouverts, sont disposés en trapèze, les deux pores postérieurs occupant les angles d'un pentagone renversé : les pores ocellaires sont situés sur les côtés du pentagone au sommet de chaque ambulacre.

Aires ambulacraires. — Agassiz dit que, chez *Scutella paulensis*, « les pétales ambulacraires sont de moyenne grandeur, très arrondis à leurs extrémités ; et les zones porifères sont plus larges que l'espace intermédiaire ». Ici encore il faut noter, en ce qui concerne la largeur des zones porifères relativement à la zone interporifère, de grandes variations suivant les individus.

En général, les aires ambulacraires se ferment ou restent très peu ouvertes à leurs extrémités distales, et dans ce cas la zone interporifère est, en effet, un peu plus étroite que les zones porifères (pl. III, fig. 7, 8; pl. IV, fig. 3, 5, 6). Assez souvent, au contraire, les aires ambulacraires restent assez largement ouvertes, et on remarque alors que la zone interporifère est plus large que les zones porifères moins développées (pl. IV, fig. 4). Tous les intermédiaires existent entre ces cas extrêmes.

A la face inférieure, les sillons se bifurquent toujours à 8 ou 10 millimètres du péristome suivant les individus, et sont en général assez peu creusés, surtout près des bords, de sorte que leurs ramifications sont souvent à peine visibles.

Disposition des plaques à la face supérieure. — *Structure interne.* — Certains exemplaires de ce gisement ont leur face supérieure très usée : elle a été soumise, vu leur position normale, à l'action énergique des sables siliceux agités par les courants marins. Il est donc facile de constater le nombre et la disposition des plaques mises ainsi en évidence. Dans les aires interambulacraires, on compte toujours en alternance deux rangées de douze plaques chacune, s'étendant de l'apex à l'ambitus : à partir des extrémités distales des aires porifères ambulacraires, il y a deux autres rangées comprenant chacune cinq plaques en alternance.

Le moulage des organes internes a pu quelquefois s'effectuer (pl. IV, fig. 6). Dans ce cas, on constate toujours, outre les ambulacres, un renflement médian qui, dans chaque interambulacre, correspond aux glandes génitales. Le système des piliers s'étend jusqu'à 25 millimètres environ de la bordure, ne s'interrompant qu'à l'emplacement des ambulacres et des glandes génitales. Il existe, en outre, à la partie interne de la face inférieure, de nombreux canalicules.

Stades jeunes. — Le plus petit échantillon, recueilli au ravin des Givagières (diamètre transversal 30^{mm},5, diamètre longitudinal 29^{mm},5) est remarquable par son profil subconique qui rappelle celui des Scutellines ; mais déjà, à ce stade, il existe de légers sinus correspondant aux ambulacres postérieurs, et les sillons s'accusent nettement à la face inférieure.

Un autre exemplaire un peu plus âgé (diamètre transversal 36 millimètres, diamètre longitudinal 33 millimètres) ne présente, par contre, aucune trace de sinus posté-

rieurs qui d'ailleurs sont souvent nuls, ou du moins très atténués, même chez certains individus adultes de cette espèce.

Profil. — Subconique chez les jeunes, le profil se modifie chez les adultes ; le point culminant correspond toujours à l'apex. Toutefois, on observe alors assez souvent, que la plupart des échantillons présentent un affaissement de la face supérieure localisé près de l'apex dans la région non soutenue par les piliers internes ; il en résulte que la plus grande hauteur ne correspond plus, dans ce cas, à l'apex, mais quelquefois à la partie moyenne des interambulacres.

La bordure antérieure, comme il est de règle chez les Clypéastridés (*Clypeaster*, *Scutella*, *Amphiope*, etc.) munis de piliers internes, est toujours *plus épaisse* que la bordure postérieure : c'est toujours du côté du périprocte que les bords ont la moindre épaisseur. Cette remarque, qui s'étend à tous les genres de la famille des Clypéastridés, permet d'orienter avec sûreté un fragment de Scutelle, de Clypéastre ou d'Amphiope, même dépourvu d'appareil apical, si la bordure se trouve intacte, au moins en partie.

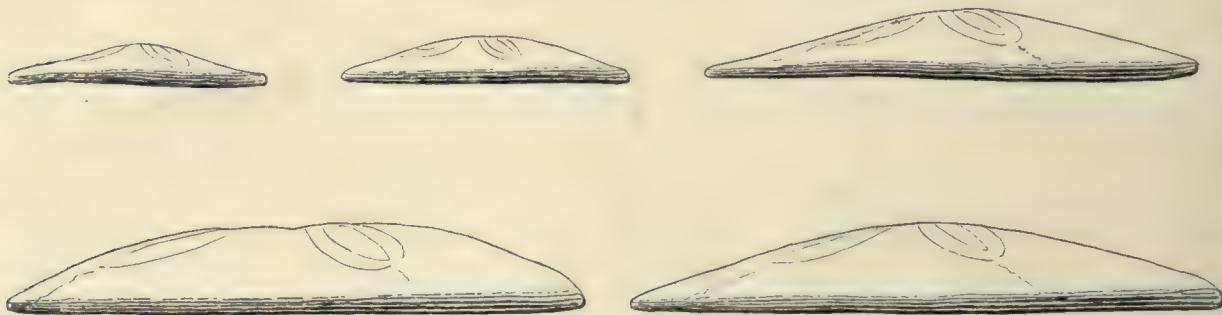


Fig. 40. — *Scutella paulensis* Ag. Burdigalien inférieur. Saint-Restitut près Saint-Paul-trois-Châteaux (Drôme). Profils de divers exemplaires recueillis dans la même couche (réduction de 1/4).

Caractères spécifiques de Scutella paulensis Ag. — Les caractères variables suivant les individus ne peuvent être utilisés pour caractériser l'espèce.

Tels sont, chez *Scutella paulensis* Ag. :

- 1° Le contour général de la bordure (sinus postérieurs plus ou moins marqués, atténués ou même nuls). Bord postérieur en ligne droite ou courbe.
- 2° Le profil variable suivant l'âge. — Forme aplatie ou renflée suivant le sexe (?).
- 3° La largeur et le degré d'ouverture des ambulacres ; la largeur des zones porifères et de la zone interporifère.

Cette espèce me paraît, au contraire, parfaitement caractérisée spécifiquement par les caractères suivants, non susceptibles de variations :

- 1° Le diamètre transversal toujours plus grand que le diamètre antéro-postérieur.
- 2° La longueur des zones porifères ambulacraires et la distance de leurs extrémités distales relativement à l'ambitus.
- 3° La distance du périprocte au bord postérieur et l'absence d'échancrure de ce bord (1).

(1) J'ai cependant constaté exceptionnellement la présence d'une échancrure vis-à-vis du périprocte chez un *unique* individu (pl. III, fig. 8), ainsi que je l'ai dit plus haut.

4° La position centrale de l'apex, la grandeur et la forme de la plaque madréporique.

5° Le mode de ramification des sillons à la face inférieure et la distance à laquelle commencent les ramifications à partir du péristome.

6° L'épaisseur moyenne des bords.

Je donne ici les dimensions en millimètres des échantillons figurés pl. III et pl. IV (les numéros d'ordre correspondent aux numéros des planches).

ÉCHANTILLONS figurés.	Pl. III, fig. 1.	Pl. III, fig. 2.	Pl. III, fig. 3.	Pl. III, fig. 4.	Pl. III, fig. 5.	Pl. IV, fig. 2.	Pl. III, fig. 6.	Pl. IV, fig. 1.	Pl. IV, fig. 3.	Pl. IV, fig. 4.	Pl. III, fig. 7.	Pl. III, fig. 8.	Pl. IV, fig. 5.
Hauteur	millim. 4,5	millim. 5,5	millim. 8,5	millim. 8,5	millim. 9,5	millim. 9	millim. 10	millim. 10	millim. 8,5	millim. 10	millim. 10,5	millim. 10,5	millim. 13,5
Diamètre transversal (maximum)	30,5	36,5	60	60,5	68,5	74	74	72	81	85	85	93	99
Diamètre longitudinal (passant par le péris- tome et le périprocte).	29,5	33,5	57,5	55,5	63,5	70	68	68	78	76,5	77,5	82	92
Distance du périprocte au bord marginal postérieur	1	1	1	1,5	1,5	1,5	2,5	1,5	(?)	2	1,5	2,5	2
Distance du périprocte au péristome	12,5	14	20	23,5	24,5	31	27,5	29	33,5	33,5	33	32	41,5
Distance du péristome au bord marginal antérieur	14	16	18	25,5	28	33	32,5	33	38,5	35	37,5	41,5	45

Genre **Amphiope** Agassiz, 1840.

Amphiope bioculata Desm. (*Scutella*),

(Pl. V, fig. 1-8. — Pl. VI, fig. 1-12).

1791. — Bruguières. Encyclopédie méthod., pl. CXLVII fig. 5-6 (figures types).

1837. — *Scutella bifora*. Desmoulins. Études sur les Échinides, p. 236.

1907. — *Amphiope Baquiei* Lambert. Recherches sur le genre *Amphiope*, p. 8, pl. II.

1912. — *Amphiope Baquiei* Lambert. Descr. Échin. terr. néog. du bassin du Rhône. Mém. Soc. Pal. Suisse, XXXVIII, p. 83, pl. V, fig. 6-8, pl. VI, fig. 4.

L'Helvétien sablo-marneux de Saint-Christol, près Nissan (Hérault), contient en abondance des exemplaires de Scutelles et d'Amphiopes admirablement conservés. Ce gisement a été signalé par M. G. Baquié [263] : M. J. Lambert a fait l'étude des Échinides. Ayant eu l'occasion d'explorer les environs de cette localité, j'ai pu recueillir en ce point, ainsi que des Scutelles, des *Amphiope* en nombre suffisant pour étudier les variations individuelles (1).

(1) Je suis heureux d'adresser ici mes vifs remerciements à M. G. Baquié qui a bien voulu m'accompagner aux environs de Nissan et a eu l'obligeance de faire de nouvelles recherches d'Échinides à mon intention dans cette localité.

Deux espèces d'*Amphiope* ont été distinguées par M. J. Lambert dans l'Helvétien de Saint-Christol : l'une, bien commune, est l'*Amphiope bioculata* Desm. ; l'autre, beaucoup plus rare, est l'*Amphiope Baquiei* Lamb. Récemment [266], lui-même signale dans l'Helvétien de la vallée du Rhône, en Vaucluse, la présence de ces deux *Amphiope*.

La rareté et aussi la taille souvent petite, parfois moyenne, jamais très grande, de l'*Amphiope Baquiei* Lamb., qui se rencontre rigoureusement au même niveau et dans les mêmes couches que l'*Amphiope bioculata* Desm., m'avaient immédiatement frappé en explorant le gisement ainsi qu'en examinant la collection de M. J. Baquié. L'étude d'une bonne série d'*Amphiope* de Saint-Christol m'amène à conclure qu'il n'existe en réalité là qu'une seule espèce, *Amphiope bioculata* Desm., dont *Amphiope Baquiei* Lamb., toujours de taille petite ou moyenne, est le stade jeune.

Amphiope bioculata Desm. et *Amphiope Baquiei* Lamb. — M. J. Lambert caractérise *A. Baquiei* de la façon suivante : « Tout en présentant une grande ressemblance avec *A. bioculata*, elle s'en distingue par ses pétales moins développés, beaucoup plus courts et la forme très particulière de ses lunules ». — Il faut tout d'abord observer :

1° Que le moindre développement des pétales s'explique facilement par la taille petite ou moyenne des *Amphiope Baquiei* Lamb.

2° En ce qui concerne la forme des lunules, subtrigones chez *A. Baquiei*, plus ou moins arrondies ou ovalaires chez *A. bioculata*, elle est assurément très variable chez une même espèce dans le genre *Amphiope* et ne peut donc avoir une grande valeur spécifique. Mon savant confrère a, d'ailleurs, indiqué lui-même « le peu d'importance physiologique de ces lacunes du test », dont nous ignorons complètement jusqu'ici la véritable signification. — Cette forme des lunules varie non seulement chez une même espèce, elle peut aussi parfois varier chez un même individu : c'est ainsi que M. Lambert a fait figurer ([266], pl. VI, fig. 4), un *Amphiope Baquiei* de Vaucluse à lunules inégales, l'une arrondie, l'autre subtrigone parfaitement comparable à un échantillon de Saint-Christol que je figure, pl. VI, fig. 4.

La forme générale peut également varier, de même que nous venons de le constater chez *Scutella paulensis* Ag. En effet :

1° Les sinus correspondant à l'ambulacre impair et aux ambulacres pairs antérieurs peuvent être plus ou moins marqués, suivant que le test est plus ou moins allongé dans le sens antéro-postérieur.

2° Le bord postérieur peut être presque droit ou, du moins, très faiblement arqué : dans ce cas, les sinus placés en face des lunules et correspondant aux ambulacres postérieurs sont à peine distincts. Quelquefois, au contraire, le bord postérieur franchement arqué forme une sorte de rostre, et alors les sinus postérieurs, quoique toujours assez faiblement sensibles, sont cependant beaucoup plus distincts, surtout chez les jeunes (pl. V, fig. 1).

L'*Amphiope Baquiei* Lamb. serait également caractérisé « par ses pétales qui restent légèrement ouverts à l'extrémité ». On constate, en effet, que les ambulacres, particulièrement l'impair antérieur, restent en général ouverts chez les échantillons de petite taille à lunules nettement subtrigones : tels sont les échantillons figurés ici (pl. V, fig. 2, 3 ; pl. VI,

fig. 1, 4). — Chez les exemplaires de taille moyenne, l'une des lunules, au moins, est encore subtrigone (pl. VI, fig. 4), ou bien, dès ce stade, les lunules affectent une forme subarrondie (pl. VI, fig. 6). *Indépendamment de la forme des lunules*, les pétales peuvent demeurer franchement ouverts, ou bien se rétrécissent à leur extrémité. Enfin, chez les individus complètement adultes et de grande taille, les lunules largement ouvertes s'allongent en ovale transversalement par rapport aux ambulacres postérieurs en même temps que les ambulacres se rétrécissent fortement à leur extrémité, sans toutefois se fermer complètement (pl. V, fig. 4).

Le tableau ci-dessous, où je donne les mesures de quelques échantillons (ceux figurés pl. V et pl. VI), montre que le diamètre transversal, en particulier, varie légèrement. — Le périprocte, assez rapproché du bord postérieur dans les stades jeunes, s'en éloigne progressivement dans les stades ultérieurs. — Les profils de ces *Amphiope* sont parfaitement comparables, quelles que soient les dimensions : la face supérieure atteint toujours sa plus grande hauteur un peu en avant de l'apex, puis est régulièrement déclive jusqu'à la bordure toujours très peu épaisse; assez fréquemment, le bord postérieur beaucoup moins épais que le bord antérieur, chez les *Amphiope* (comme chez les Scutelles et les Clypeâstres), est usé ou même érodé.

Dimensions des échantillons figurés.

ÉCHANTILLONS figurés.	Pl. V, fig. 1.	Pl. V, fig. 2.	Pl. VI, fig. 1.	Pl. VI, fig. 3.	Pl. V, fig. 3.	Pl. VI, fig. 6.	Pl. VI, fig. 4.	Pl. VI, fig. 7.	Pl. VI, fig. 8.	Pl. VI, fig. 9.	Pl. VI, fig. 10.	Pl. VI, fig. 5.	Pl. VI, fig. 11.	Pl. VI, fig. 2.	Pl. V, fig. 4.
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.
Hauteur.....	5,5	5,5	5	6,5	7	7	7,5	6	6	7,5	8	8,5	8,5	9	?
Diamètre transversal (maximum).....	42,5	45	46,5	48,5	52,5	54,5	54	55,5	58,5	59	65	67,5	70	72	79
Diamètre antéro-posté- rieur passant par le péristome et le péri- procte.....	40	42,5	42	45	48	52,5	53	51	51,5	52	61,5	61	62	65	71,5
Distance du périprocte au bord postérieur...	3,5	?	4,5	3,5	4	5,5	5	?	6	5,5	5,5	6	8	8,5	?
Distance du périprocte au péristome.....	16	?	15	19	19	21	21	?	22	20,5	25	23	24	22,5	?
Distance du péristome au bord antérieur....	18	?	19	19	22,5	22,5	23,5	24	25,5	23,5	28,5	27,5	28,5	31	?

Conclusions. — *Amphiope Baquiei* Lamb. est le stade jeune de l'*Amphiope bioculata* Desm. pour les raisons suivantes :

1^o Aucun caractère ayant une valeur véritablement spécifique ne les différencie.

2^o *Amphiope Baquiei* Lamb. est toujours de taille petite ou moyenne : on n'en connaît pas de grands exemplaires.

3^o *Amphiope Baquiei* Lamb. paraît être constamment associé à *Amphiope bioculata* Desm. : il se recueille, en effet, au même niveau et dans les mêmes couches, non seulement

dans l'Helvétien de l'Hérault, mais aussi en Touraine, ainsi que j'ai pu le constater sur des échantillons provenant d'Oisly près Pontlevoy. M. J. Lambert [266] le signale également dans l'Helvétien en Vaucluse.

Bien que la forme des lunules n'ait pas une importance spécifique considérable en raison de leur variabilité, non seulement chez une même espèce, mais aussi chez un même individu, il est intéressant de constater que l'*Amphiope bioculata* Desm., avec lunules arrondies ou largement ovales dans le sens transversal à l'état adulte, présente des lunules oblongues ou subtrigones allongées dans le sens des ambulacres postérieurs chez les jeunes (*A. Baquiei* Lamb.). Ce fait est conforme à la loi de l'évolution en vertu de laquelle les caractères ancestraux se reproduisent chez les très jeunes individus. — On sait, en effet, que les plus anciens *Amphiope* connus, *Amphiope duffi* Greg. de l'Oligocène de Cyrénaïque, *A. pedemonata* Air. du Tongrien de Dego, ont des lunules oblongues, allongées dans le sens axial en prolongement des ambulacres postérieurs (1). Cette disposition primitive persiste chez certains *Amphiope* durant le Néogène (*A. cherichirensis* Gauth., *A. Fuchsi* Fourtau) et jusqu'à l'époque actuelle dans le sous-genre *Tretodiscus* (2) Pom., chez lequel les lunules, situées dans l'axe des ambulacres postérieurs, se sont allongées, étirées en fente, atteignant même le bord postérieur qu'elles entaillent dans les espèces actuelles les plus typiques (*Tretodiscus auritus* Leske). — Le rameau des *Amphiope* typiques à lunules largement ouvertes, ovalaires et transverses ou arrondie (type : *Amphiope bioculata* Desm.), apparu avec l'Aquitanién, est florissant dans le Néogène moyen et s'éteint dès le Néogène supérieur.

Niveau. — *Amphiope bioculata* Desm. est, en général, caractéristique de l'Helvétien (faciès littoral ou néritique peu profond du Néogène moyen). M. J. Lambert l'a également cité du Langhien de Saint-Paul-trois-Châteaux (Drôme) et de Sausset (Bouches-du-Rhône) ; je n'ai, pour ma part, recueilli aucun *Amphiope bioculata* dans ces deux localités (les *Amphiope* du Burdigalien des environs de Sausset sont tous des *Amphiope elliptica* Desor). — Par contre, je suis parfaitement d'accord avec mon savant confrère pour attribuer à l'*Amphiope bioculata* Desm. les nombreuses citations de prétendus *Amphiope perspicillata* Ag. faites dans le Bassin du Rhône. M. Lambert les rapporte à une forme déprimée de l'*Amphiope bioculata* Desm. dont il fait une variété *drunensis* [266]. Ce qui a pu sans doute, prêter à confusion, c'est que le bord postérieur, de *A. bioculata* est souvent franchement arqué, formant une sorte de rostre comme chez l'*Amphiope perspicillata* figuré par Agassiz d'après un exemplaire du falun de Rennes. — J'ai enfin recueilli *Amphiope bioculata* bien typique en Corse dans la localité de Punticieole, près Aleria (Cotteau n'avait signalé en Corse que l'*Amphiope Hollandei*). Serait-ce sa limite la plus méridionale ? M. Lovisato [386] a décrit et figuré de Sardaigne un très grand exemplaire pour lequel il a cru devoir créer une espèce nouvelle, *Amphiope Montezemoloi*

(1) Je rappelle que MM. Stefanini et Checchia-Rispoli considèrent ces *Amphiope* à lunules axiales comme étant de véritables *Tretodiscus*.

(2) Cotteau, dès 1864, avait proposé de réunir au genre *Amphiope* les *Lobophora* ou *Tretodiscus* de Pomel. M. Fourtau a objecté que l'appareil buccal des *Amphiope* était inconnu. Je me suis assuré que la structure interne et l'appareil buccal des *Amphiope* fossiles sont bien identiques à celui des *Tretodiscus* actuels. *Tretodiscus* ne peut donc avoir que la valeur d'une section et non d'un sous-genre.

Lov., mais qui, de son propre aveu, avait été attribué à la grande taille de l'*Amphiope bioculata* Desm. par des spécialistes autorisés tels que Gauthier : il est vrai que M. Lovisato rapporte à l'Aquitanien (avec un point de doute) cet échantillon : il convient donc de faire toutes réserves à ce sujet.

Genre **Clypeaster** Lamarck, 1801.

Clypeaster acuminatus Desor, var. *Reidii* Wright.

(Pl. X, fig. 4, 4a, 5, 6.)

1855. — *Clypeaster Reidii* Wright. On fossil Echinoderms from the Island of Malta. Ann. and Mag. of Nat. Hist. (2), vol. XV, p. 268-270.

1861. — *Clypeaster Reidii* Michelin. Monographie des Clypéastres fossiles. Mém. Soc. Géol. Fr. (2), t. VII, p. 124, pl. XXVI, fig. a-f.

Existence de Clypeaster Reidii Wr. à Malte. — *Clypeaster Reidii* (1) avait été créé expressément pour un Clypéastre de Malte attribué aux couches supérieures calcaires (marbre de Gozo) qui représentent le Tortonien; l'exemplaire type fut figuré, quelques années plus tard, par Michelin, d'après une communication de Wright. — En 1892, M. J. Gregory [355], reprenant l'étude des Échinides maltais, émit des doutes sur l'authenticité de la provenance maltaise du type de Wright qui lui paraissait devoir provenir plutôt de Corse, de Sicile ou de Calabre et ne le mentionne plus dans sa liste des Échinides de Malte. — Ayant eu l'occasion d'examiner au British Museum de Londres l'échantillon type de Wright figuré par Michelin, je reconnus qu'il était parfaitement identique à certains échantillons vus par moi-même, soit à Malte, soit à Gozo. L'Université de Valletta m'a gracieusement communiqué, en outre, quelques intéressants exemplaires qui m'ont permis d'étudier plus spécialement ce Clypéastre.

Variabilité et affinités de Clypeaster Reidii Wright. — *Clypeaster Reidii* est un exemple assez typique du polymorphisme si répandu dans le genre *Clypeaster*. On sait, d'ailleurs, combien les Clypéastres sont parfois difficiles à identifier, précisément à cause de leur remarquable variabilité : aussi en a-t-on multiplié les espèces, souvent de façon absolument exagérée et regrettable. — Sans doute les caractères internes de l'endosquelette ont une importance que je ne méconnaissais pas et sur laquelle M. Lambert a justement attiré l'attention ; il faut bien avouer, cependant, que le paléontologiste ne pourra les étudier que dans des cas exceptionnels, et il importe de pouvoir faire des déterminations exactes, sans être obligé de recourir à la radiographie ou de sacrifier les exemplaires. Il est donc important de connaître autant que possible, pour chaque espèce, d'une part ce qui peut varier et d'autre part l'étendue de la variabilité : il sera ensuite relativement aisé de se rendre compte des véritables caractères spécifiques qui demeurent stables.

Je n'ai pas à décrire ici, de nouveau, *Clypeaster Reidii*; je rappelle seulement qu'il

(1) Dédié au gouverneur de l'île de Malte.

appartient à la section *Oxypleura* Pom. par son test de grande taille à face inférieure plane, ses marges courtes, ses pétales larges peu saillants. Les figures 4, 4 a, 5, 6 de la planche X montrent trois exemplaires vus de profil. Il n'est pas douteux qu'ils n'appartiennent à une *seule et même espèce*, et cependant les deux profils extrêmes sont fort différents, mais il y a des intermédiaires, tel l'exemplaire figuré pl. X, fig. 4, 4 a. Considérés séparément, les profils de ces trois échantillons sont bien distincts : l'un d'eux (fig. 5) présente une face supérieure gibbeuse, très régulièrement bombée, mesurant 62 millimètres de hauteur ; le second (fig. 4), de plus grande taille, a un profil plus élevé (hauteur 69 millimètres) avec sommet convexe mais moins bombé dans l'ensemble ; le troisième (fig. 6) atteint 75 millimètres de hauteur, il est franchement conique (1). Cependant, si nous étudions sur ces trois exemplaires, bien différents par leur profil, l'ensemble des autres caractères : contour du test, position de l'apex, largeur et longueur relatives des pétales, largeur des marges, disposition et profondeur des sillons ambulacraires à la face inférieure, péristome et périprocte, nous constatons qu'ils sont parfaitement identiques.

Wright et Michelin citent comme unique provenance l'Upper Coralline Limestone (Tortonien) de Malte. *C. Reidii* Wr. fut depuis signalé en Calabre par Seguenza (298), qui créa pour ce Clypéastre une variété *depressa*, puis en Corse et en Sardaigne par Cotteau. — Cotteau et Gregory l'ont comparé au *C. gibbosus*, d'après l'exemplaire figuré par Michelin, semblable à celui que je figure planche X, fig. 5. Par contre, le profil de l'échantillon figuré planche X, fig. 6 ne peut guère être comparé au *C. gibbosus* des auteurs, mais s'assimile parfaitement au *C. acuminatus* Desor figuré par Michelin.

Observations sur Clypeaster Reidii Wright et *Clypeaster acuminatus* Desor (figurés in Michelin). — Si l'on examine le Clypéastre figuré par Michelin comme type du *C. acuminatus* (pl. XXI de son mémoire), on remarquera évidemment quelques différences assez notables avec la figure qu'il donne du *Clypeaster Reidii* Wr. pl. XXVI, particulièrement le péristome plus développé et, en ce qui concerne le profil, une allure plus tourmentée, enfin la marge plus allongée et beaucoup moins déclive du côté postérieur. Un examen direct de l'échantillon type figuré par Michelin, conservé à l'École des Mines de Paris et sa comparaison minutieuse avec les exemplaires de Malte m'ont cependant convaincu qu'en réalité ces différences sont plus apparentes que réelles. J'ai d'abord constaté :

1° Que l'exemplaire de *C. acuminatus* figuré par Michelin avait subi d'importantes déformations : ainsi s'explique l'aspect bossué absolument anormal des ambulacres dont le sommet est exagérément surélevé, comme coïncé.

2° Cet exemplaire provenant de Ipolyshåg (Hongrie) fut fortement restauré par le dessinateur. Une cassure ancienne a complètement mutilé la partie postérieure à 40 millimètres du péristome, de sorte que, dans la vue de profil, la marge qui s'allonge en s'étalant vers le côté postérieur a été restaurée de façon quelque peu fantaisiste.

3° En ce qui concerne la grande dimension du péristome dans la figure de Michelin, l'exemplaire type que j'ai sous les yeux a un péristome déformé dont les diamètres, soit transversal, soit longitudinal, ne dépassaient certainement pas les dimensions du péri-

(1) Certains exemplaires sont encore plus élevés.

stome chez les *C. Reidii* Wr. maltais de grande taille (10 millimètres longitudinalement et transversalement, au lieu de 22 millimètres dans le sens longitudinal et 19 millimètres dans le sens transversal, ainsi que le figure Michelin).

4° A la face inférieure, on remarque sur l'exemplaire type des sillons ambulacraires qui, par suite de la compression subie, n'offrent plus l'aspect de gouttières, ainsi que chez *C. Reidii* Wright (*in* Michelin). Je constate d'ailleurs qu'ils commencent à se creuser à la même distance du bord et ont la même largeur.

Tous les caractères spécifiques de *C. acuminatus* Desor se retrouvent, en somme, chez les exemplaires acuminés de *C. Reidii* Wr. maltais, notamment la déclivité des flancs et la surélévation des aires ambulacraires au voisinage de l'apex. Chez les *C. Reidii* Wr. maltais, correspondant à la figure de Michelin, la face supérieure, uniformément bombée, décrit une courbe régulière. Des échantillons nettement intermédiaires entre ces deux formes, tel celui figuré planche X, fig. 4, 4 a, ont un profil beaucoup moins bombé, avec déclivité des flancs plus marquée. Pour toutes ces différentes formes maltaises, la longueur et la largeur des pétales ambulacraires également bombées, la largeur de la marge à la face supérieure, l'emplacement ainsi que les dimensions du péristome et du périprocte, les sillons ambulacraires, l'ornementation et le contour général sont rigoureusement identiques. Seule, la face supérieure est plus ou moins bombée, plus ou moins acuminée, d'où un profil très variable. J'ai remarqué que les exemplaires bombés, tel celui figuré planche X, fig. 5, étaient assez constamment de plus petite taille que ceux plus ou moins acuminés : je ne saurais décider si ce bombement doit être attribué à un stade un peu moins âgé ou bien encore à des individus de sexe différent.

Quoi qu'il en soit, il existe à Malte des intermédiaires entre les individus bombés (*C. Reidii* Wright *in* Michelin) et les individus recueillis au même niveau qui ne se différencient pas du *C. acuminatus* Desor, lequel, en Hongrie et en Autriche, se trouve également dans le Néogène moyen (Leithakalk). *C. Reidii* Wright n'est donc qu'une *forme extrême* de *C. acuminatus* Desor avec lequel il tombe par conséquent en synonymie, d'après la loi de priorité, *C. acuminatus* ayant été nommé par Desor dès 1847 [22], tandis que Wright a créé son *C. Reidii* postérieurement en 1855 [349].

Dimensions de quelques exemplaires de Malte et de *C. acuminatus* Desor (exemplaire type).

ÉCHANTILLONS FIGURÉS	PLANCHE X fig. 5.	PLANCHE X fig. 4, 4 a.	PLANCHE X fig. 6.	EXEMPLAIRE TYPE de <i>C. acuminatus</i> Desor. (École des Mines.)
Diamètre transversal.....	millim. 125	millim. 148	millim. 135	millim. 132
Diamètre longitudinal.....	135	153,5	142	?
Hauteur.....	62	70	75	65
Largeur maxima des ambulacres postérieurs..	30,5	32	31	31,5
Longueur des ambulacres postérieurs.....	64	62	69	68

Espèces affines. — Michelin comparait *C. acuminatus* Desor et *C. Reidii* Wright aux deux espèces *C. altus* Klein et *C. gibbosus* (*sensu auctores*). Il n'est pas douteux que, s'il avait connu les exemplaires maltais acuminés, il aurait pu, sinon identifier *C. Reidii* Wr. au *C. acuminatus* Desor, du moins établir des comparaisons entre eux. Je viens de montrer en effet que, non seulement ces deux espèces sont comparables, mais qu'il existe des termes de passage graduels de l'une à l'autre, chez les exemplaires de Malte provenant du même horizon stratigraphique que *C. acuminatus* type, du Leithakalk d'Autriche-Hongrie. — Ainsi s'étend la répartition géographique d'un Clypéastre d'assez grande taille qui, jusqu'ici, était connu seulement à Malte, Gozo, en Corse, en Espagne, et en Calabre. — Durant le Néogène moyen, les grands Clypéastres étaient certainement assez largement disséminés dans le Bassin Méditerranéen, mais chaque espèce variait plus ou moins considérablement, surtout là où ce genre était florissant sous des eaux riches en calcaire et relativement peu profondes. Malte, et Gozo ainsi que les Baléares, la Corse, la Sardaigne, la Calabre, l'île de Crète, l'Algérie sont particulièrement riches en Clypéastres durant le Néogène moyen : bien qu'à Malte et Gozo le nombre d'espèces soit relativement restreint, elles y sont représentées par de nombreux exemplaires.

Clypeaster acuminatus Des. a, d'ailleurs, été cité en Calabre [298], en Algérie [80], en Espagne et jusqu'en Syrie. En Algérie, Pomel a comparé son *Clypeaster doma* au *C. Reidii* Wright, qui lui ressemble, dit-il, notamment par l'atrophie du sommet des zones porifères. En Sardaigne, où *C. acuminatus* Desor n'a pas été signalé, M. Lovisato vient de décrire [388] une nouvelle espèce helvétique, *C. Pisacanei* Lov. qui, d'après la description et la figure, pourrait lui être comparé si l'on considère sa face supérieure subpyramidale, ses pétales larges, légèrement en saillie, la face inférieure plane à sillons ambulacraires bien marqués n'atteignant pas les bords, le péristome pentagonal et petit. Néanmoins, c'est, sans doute, une espèce distincte, notamment par sa forme générale pentagonale à angles arrondis plus rétrécie en arrière, ses pétales presque fermés à leur partie inférieure, son bord postérieur convexe et non droit, mais elle appartient au même groupe, les *Oxypleura* de Pomel.

***Clypeaster latirostris* Agassiz.**

Stades jeunes et adultes. Variabilité.

(Pl. VIII, fig. 3-11.)

1840. — *Clypeaster latirostris* Agassiz. Catal. Syst. Ect. Echin., p. 6, Moules 59-60.

1841. — *Clypeaster ambigenus* Sismonda (*non* Lmk). Monogr. d. Echinidi fossili del Piemonte. Mem. R. Acc. d. Sc. di. Tor. (2), t. IV, p. 42.

1847. — *Clypeaster laganoides* Agassiz. Cat. rais. des Échin. Ann. des Sc. Nat., p. 73.

1861. — *Clypeaster latirostris*, Michelin. Monogr. des Clyp. fossiles. Mém. Soc. Géol. Fr. (Pal.) (2), t. VII, p. 137, pl. XV, fig. 2 a-d, pl. XXXVI, fig. 2.

1861. — *Clypeaster laganoides* Michelin. Monogr. des Clyp. foss., p. 141, pl. XXXVI, fig. 1 a-i.

Clypeaster latirostris Agassiz et *Clypeaster laganoides* Agassiz. — Tous les auteurs ont

constaté des rapports étroits entre le *C. latirostris* Ag. et le *C. laganoides* Ag., qui, cependant, sont considérés comme étant deux espèces distinctes. Ayant pu étudier un certain nombre d'exemplaires provenant de Corse et des Alpes-Maritimes, conservés soit au Muséum (collection Peron), soit à l'École des Mines (collections Cotteau, Fontannes, Michelin), je crois devoir conclure au maintien du *C. laganoides* Ag., seulement à titre de *variété* du *Clypeaster latirostris* Ag.

Définition des caractères distinctifs. — Cotteau [160], comparant *C. laganoides* à *C. latirostris*, déclare qu'il se distingue de ce dernier « par sa forme un peu plus allongée et plus rétrécie en arrière, ses bords encore plus minces et plus tranchants, sa face supérieure un peu moins bombée, ses aires ambulacraires à zone interporifère un peu plus large, sa plaque madréporique plus saillante et ses pores génitaux et ocellaires plus apparents ». C'était également l'avis de de Loriol [49], qui ajoute que les tubercules des cloisons des zones porifères sont nombreux et que ceux de la face supérieure lui paraissent plus fins chez le *Cl. latirostris*. Suivant M. Lambert [260], *Cl. laganoides* Ag. diffère du *Cl. latirostris* « par ses pétales proportionnellement plus courts, moins ouverts, ses marges plus étendues et surtout l'absence de véritable infundibulum autour du péristome ». Ces trois éminents échinologues s'accordent d'ailleurs à constater de grands rapports entre *Clypeaster latirostris* et *Clypeaster laganoides*. J'examinerai donc successivement les différents caractères d'après de bons exemplaires typiques de ces deux espèces, provenant soit des Alpes-Maritimes (1), soit de Corse.

Stades jeunes. — Deux jeunes exemplaires de la collection Michelin à l'École des Mines sont étiquetés de sa main :

« *Clypeaster latirostris* Ag. (*juniores*) ». L'un d'eux, figuré ici, pl. VIII, fig. 4, correspond parfaitement à la figure de Michelin [29] (pl. XXXVI, fig. 2); seule, la face inférieure parfaitement plane est visible, l'infundibulum est à peu près nul. La provenance de ces deux jeunes exemplaires de la collection Michelin n'est pas indiquée (2), mais leur gangue est identique à celle de jeunes *C. latirostris* recueillis en Corse par

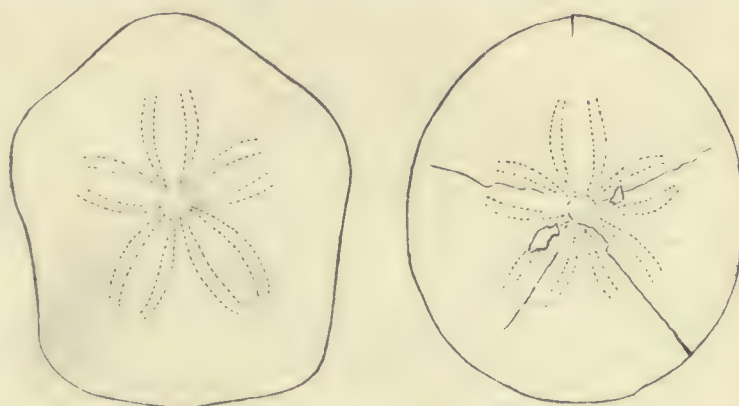


Fig. 41. — *Clypeaster latirostris* Ag. var. *laganoides* Ag. — Burdigalien. — Capo Bianco, près Bonifacio (Corse). — Collection Gennevaux.

Peron aux environs de Bonifacio (Burdigalien de Santa Manza) (voir pl. VIII, fig. 3, 5).

Le contour, chez ces stades jeunes, est subelliptique d'abord, puis devient très vague-

(1) Je dois noter que les exemplaires étudiés ici, provenant des Alpes-Maritimes, appartiennent aux diverses variétés de *C. latirostris* Ag., distinguées par M. Lambert dans la mollasse de Vence (var. *ventiencis*, etc.). Plus récemment [266], M. Lambert a cru devoir ériger en espèce sa variété *ventiencis*; je persiste, pour ma part, à considérer *C. ventiencis* Lamb. comme étant une simple variété du *C. latirostris* Ag. (néotype du bassin de Vienne in Michelin).

(2) M. Gennevaux m'a gracieusement communiqué des échantillons identiques à ceux de la collection Michelin, recueillis à Capo Bianco, près Bonifacio.

ment subpentagonal, ou parfois même franchement pentagonal. Je figure ici (fig. 41) deux échantillons provenant de Capo Bianco (collection Gennevaux), recueillis dans la même couche et dont les contours sont fort différents, bien qu'ils appartiennent incontestablement à la même espèce et à peu près au même stade.

Stades ultérieurs. — A la taille de 80 millimètres de diamètre antéro-postérieur, 74 millimètres de diamètre transversal (pl. VIII, fig. 6, 6 a), le test est médiocrement épais. La face supérieure est toujours légèrement renflée sous l'apex et les pétales ; la plaque madréporique forme encore un petit bouton saillant (pl. VIII, fig. 11), les pétales sont plus ou moins ouverts, le pétale antérieur l'étant toujours davantage. Dès ce stade, la forme générale devient nettement subpentagonale (pl. VIII, fig. 6), ou bien présente un contour ellipsoïdal allongé, légèrement sinueux, où la forme subpentagonale est à peine accusée. C'est le *C. laganoides* typique.

Dans la suite du développement, le test s'épaissit un peu : la bordure antérieure, toujours plus forte, varie de 2 à 6 millimètres environ. Le bombement de la face supérieure s'accroît en même temps qu'à la face inférieure se creuse l'infundibulum dont le développement est en rapport direct avec l'élévation de la face supérieure. L'appareil apical est moins saillant ; les pétales ambulacraires, notamment l'antérieur, sont largement ouverts, toujours un peu plus renflés que les aires interambulacraires. Les zones porifères déprimées sont généralement de longueur inégale dans le pétale antérieur (pl. VIII, fig. 8, 9). Je compte quatre tubercules dans les bandes de test séparant les sillons ambulacraires chez les très jeunes exemplaires, puis cinq à six chez ceux un peu plus développés (pl. VIII, fig. 6), et jusqu'à huit sur le grand exemplaire (planche VIII, fig. 10), qui correspond à la variété nommée *tourettensis* par M. Lambert. La largeur des marges, ainsi que la longueur des pétales, varient en fonction de la taille. La face supérieure porte de nombreux et fins tubercules, serrés sur les pétales ambulacraires et au voisinage des bords. — A la face inférieure, le péristome de petite taille (diamètre 6 millimètres pour les plus grands exemplaires), s'ouvre, chez les adultes, dans un infundibulum toujours largement évasé plus ou moins profond suivant que la face supérieure est plus ou moins haute. Les tubercules sont plus gros et plus serrés que sur l'autre face, notamment au pourtour.

Conclusions. — Certains caractères distinguent *C. latirostris* Ag. de *C. laganoides* Ag. ; du moins, paraissent-ils assez nets chez des exemplaires convenablement choisis ; mais il est certain que ces caractères peuvent varier, qu'il y a des formes adultes intermédiaires et que, par conséquent, on ne peut leur attribuer une valeur spécifique incontestable. — Certains individus présentent, en effet, un mélange de caractères qui empêchent de les classer nettement, soit parmi les *C. latirostris* typiques, soit parmi les *C. laganoides* typiques. Tel est l'échantillon figuré planche VIII, fig. 10, qui s'identifie avec *C. latirostris* Ag. var. *tourettensis* Lamb. ; mais son contour est celui du *C. laganoides* figuré par Michelin. Sur la même planche VIII, j'ai fait figurer, en 9, 9 a, un individu qui présente le même contour et appartient sans doute à la variété *subovalis* distinguée par M. Lambert ; ses pétales, notamment le pétale antérieur, restent beaucoup plus ouverts que sur l'exemplaire de la figure 10 ; cependant un examen attentif démontre que ce sont seulement deux formes différentes d'une même espèce. — Il est enfin un argument d'ordre géologique

tout en faveur de la réunion du *C. laganoides* Ag. au *C. latirostris* : c'est leur association au même niveau stratigraphique et dans les mêmes gisements, par exemple, en Corse (Burdigalien de Santa-Manza près Bonifacio) et dans les Alpes-Maritimes (mollasse de Vence).

Si donc il existe quelques différences entre *C. latirostris* Ag. et *C. laganoides* Ag., ces différences ne me paraissent pas avoir l'importance spécifique qu'on a voulu leur attribuer, et il existe certainement des formes intermédiaires. Il y a donc lieu, à mon avis, de conserver le qualificatif *laganoides*, mais en le faisant précéder du mot « variété ». Quant au *C. Martini* Desm., dont j'ai eu l'occasion de parler plus haut, c'est une espèce que distinguent non seulement sa faible hauteur, mais aussi ses bords plus épais, son péristome plus petit et ses pétales moins ouverts.

Clypeaster altus Klein.

Ses différentes formes.

(Pl. VII, fig. 1-4. — Pl. IX, fig. 2-8. — Pl. X, fig. 3.)

1670. — Scilla. La vana speculazione disingannata dal senso, pl. IX.

1734. — *Scutum angulare altum* Klein. Naturalis dispositio Echinodermatum, p. 29.

1778. — *Echinanthus altus* (pars) Leske. Addit. ad. Kleini natur. disp. Echinodermatum.

1816. — *Clypeaster altus* Lamarck. Histoire naturelle des animaux sans vertèbres, t. III, p. 14.

Fréquemment cité, *Clypeaster altus* fut assez longtemps diversement interprété par les auteurs, du moins en ce qui concerne la forme type bien figurée cependant par Michelin, Seguenza, de Loriol, Airaghi.

Stades jeunes. — La forme type du *Clypeaster altus* se trouve à Malte (pl. IX, fig. 2, 2 a) : je n'ai pas à la décrire de nouveau, mais il m'a paru utile de figurer deux jeunes Clypéastres appartenant à l'Université de Valletta, fort intéressants, car il n'y a aucun doute qu'ils n'appartiennent aux stades jeunes du *Clypeaster altus* : tous deux proviennent du Greensand helvétique. Le plus jeune est subdécagonal et présente des bords particulièrement épais pour ses dimensions, d'où impossibilité d'en faire un jeune *Clypeaster marginatus* Lmk., espèce également fréquente au même niveau à Malte. D'ailleurs, ces deux exemplaires présentent des caractères conformes, en diminutif, à ceux du *Clypeaster altus* adulte : pétales ambulacraires arrondis restant ouverts à leur extrémité, espaces interambulacraires resserrés, face inférieure avec sillons ambulacraires bien marqués, péristome central, périprocte rapproché du bord postérieur, etc.

Les dimensions du *Clypeaster altus* typique ne dépassent guère celles de l'exemplaire maltais figuré de grandeur naturelle (pl. IX, fig. 2, 2 a), ce qui justifie la remarque déjà faite par Peron et Gauthier [80] que « malgré son nom spécifique, *Clypeaster altus* n'est pas des plus élevés ». La face supérieure est largement tronquée, les marges sont fort courtes, les bords arrondis sont épaissis : l'ensemble est trapu. D'autres exemplaires, ayant sans doute vécu dans des eaux moins riches en calcaire, sont un peu moins épais. M. Cayeux a bien voulu me communiquer plusieurs exemplaires provenant de Crète, qui sont des *Clypeaster altus* typiques identiques aux échantillons maltais.

Niveau. — *Clypeaster altus* Klein (forme type) est commun dans le Néogène moyen méditerranéen (partie centrale et méridionale du Bassin Méditerranéen). En quelques points il a été signalé dans le Néogène supérieur : 1^o dans le « Zancéen » des environs de Reggio (Calabre), par Seguenza [284]; 2^o dans le Pliocène toscan, par de Stefani [289]; 3^o dans le Pliocène de l'île de Pianosa, par Simonelli [311]. — La persistance de cette espèce en compagnie du *Clypeaster ægyptiacus* Wright est, sans doute, fort possible, mais il convient d'attendre de nouvelles précisions à ce sujet. Pratiquement *Clypeaster altus* et les formes variées qui en dérivent restent caractéristiques du Néogène moyen.

Clypeaster altus Klein var. *tauricus* Desor. — Desor [28] a cité, comme étant une espèce distincte, *Clypeaster tauricus* en Asie Mineure, dans l'île de Crète et à Malte. *C. tauricus* Des. fut figuré par Michelin, d'après un échantillon de sa collection actuellement à l'École des Mines et qui provient vraisemblablement de Crète; du moins, il est identique à un exemplaire également de très grande taille, et dont le test, malheureusement détruit sur la face supérieure, est rempli intérieurement d'*Heterostegina depressa* d'Orb. rapporté de Crète par M. L. Cayeux.

Les belles figures de Michelin sont, jusqu'ici, les seules représentations du *Clypeaster tauricus* mais, en réalité, il n'atteint pas toujours une aussi grande taille. Parmi les Clypéastres recueillis en Crète par M. Cayeux, quelques autres exemplaires de dimensions moins considérables ne se différencient pas de *C. tauricus*. Je figure planche IX, fig. 8, le profil d'un exemplaire recueilli à Malte, identique à celui que j'ai pu voir étiqueté *C. tauricus* au British Museum de Londres : de même que M. Gregory, j'estime que ce *C. tauricus*, différent de la forme typique du *C. altus* (pl. IX, fig. 2, 2 a, exemplaire maltais), n'est pas en réalité *spécifiquement* différent, mais qu'il constitue seulement une forme massive, caractérisée surtout par ses bords fort épais et les aires ambulacraires largement ouvertes, qui, à Malte, ne paraît pas atteindre la taille des plus grands exemplaires de Crète ou de Cilicie.

Cotteau [160] rapportait au *Clypeaster altus* un échantillon de très grande taille à pyramide ambulacraire fort élevée, recueilli en Corse, à Aleria. J'ai moi-même recueilli dans cette localité un Clypéastre de dimensions énormes (hauteur : 80 millimètres, largeur 163 millimètres), dont la pyramide ambulacraire est très bombée comme sur l'exemplaire de Malte : l'épaisseur du test, brisé dans la partie antérieure, atteint 14 millimètres, la largeur maxima des pétales ambulacraires est de 48 millimètres, leur longueur de 94 millimètres : c'est certainement la forme *tauricus* du *C. altus*. Je dois enfin signaler l'extension de cette forme jusque dans le Sud-Marocain (5 kilomètres à l'W. de Taourirt), découverte par le lieutenant Natanelli et signalée par M. C. Barrois [366] sous le nom de *Clypeaster* cf. *alticostatus* Mich. Mon aimable confrère, M. Dollé, a bien voulu me soumettre ce précieux échantillon qui appartient au musée Gosselet, à la Faculté des Sciences de Lille. Ses dimensions sont les suivantes :

Diamètre antéro-postérieur.....	175 millimètres
— transversal.....	153 —
Hauteur.....	89 —

Il rappelle, en effet, le *Clypeaster alticostatus* Mich. par l'élévation du test et surtout par

ses aires interambulacraires restant déprimées vers leur base, d'où une saillie plus sensible des pétales ambulacraires. C'est, cependant, un véritable *Clypeaster tauricus* Desor :

1^o Par ses pétales ambulacraires très élargis, restant largement ouverts (les mesures de ses ambulacres sont rigoureusement identiques à celles d'un grand échantillon de Crète recueilli par M. Cayeux).

2^o Par l'épaisseur des bords et les tubercules papillaires bien développés ornant le test.

3^o Par sa face supérieure bombée, mais non acuminée au sommet.

L'exemplaire figuré par Michelin est de fort grande taille et le test reste, somme toute, peu élevé. Un de ceux recueilli en Crète par M. Cayeux devait être sensiblement de même hauteur, bien que la face supérieure manque en partie. D'autres échantillons de Crète sont, au contraire, relativement plus élevés ; leur face supérieure est parfaitement bombée, aussi bien dans les interambulacres que dans les ambulacres, les zones porifères restant légèrement déprimées, de même que chez l'échantillon de Malte figuré planche IX, fig. 8. Je crois donc que le type normal de grande taille de la forme *tauricus* Desor est plus haut et plus bombé que chez le grand spécimen figuré par Michelin. Ce qui est véritablement typique, c'est l'épaisseur des bords, la largeur et l'ouverture des pétales ambulacraires, le bombement du sommet de la face supérieure.

En résumé, *C. tauricus* paraît être seulement une variété massive du *Clypeaster altus* typique, figuré par Michelin (pl. XXV de la Monographie des Clypéastres).

Niveau. — En Crète et à Malte, *Clypeaster tauricus* Des. accompagne *Clypeaster altus* Klein dans l'Helvétien (Greensand à *Heterostegina depressa* d'Orb.). Cette variété existe également dans le Néogène moyen de la Cilicie et en Corse (bassin d'Aleria). *C. tauricus* est cité par Mallada [205] en Espagne, dans la province de Jaen. Pomel, Cotteau, Peron et Gauthier ne le signalent pas en Algérie, mais nous retrouvons *C. altus* var. *tauricus* au Maroc, sur l'emplacement du détroit Sud-Rifain. — Les profondeurs auxquelles pouvaient prospérer de tels Échinides à test très épais n'étaient certainement pas très considérables, et leur répartition depuis la Cilicie jusqu'au Maroc, en passant par la Crète, Malte, la Corse, est fort remarquable.

Autres formes du Clypeaster altus Klein. — M. J. W. Gregory, dans son Mémoire sur les Échinides de Malte [355], cite en synonymie du *Clypeaster altus* Klein, *Clypeaster alticostatus* Mich., contrairement à l'opinion de Cotteau qui les considérait, de même que Michelin, comme deux espèces distinctes. — Le *Clypeaster alticostatus* est, en effet, fréquent à Malte, dans le Greensand, au même niveau que *Clypeaster altus*, mais s'en distingue facilement par ses bords moins épais et ses tubercules papillaires plus fins. L'aplatissement de la marge du côté postérieur, si manifeste sur le profil du *Clypeaster alticostatus* figuré par Michelin (pl. XXIX a de sa Monographie des Clypéastres), est une *déformation accidentelle*, la déclivité des marges étant normalement plus accusée du côté postérieur dans la région interambulacraire, tandis qu'antérieurement l'angle partant du sommet à la base et passant par l'ambulacre impair est d'environ 45 degrés. Le bord « comprimé en arrière », suivant l'expression de Michelin, n'est donc aucunement un caractère distinctif. Cet aplatissement du bord postérieur, que je n'ai personnellement constaté

d'une façon si accentuée chez aucun autre exemplaire, s'explique d'ailleurs facilement, les marges et la bordure du test présentant du côté postérieur leur minimum d'épaisseur, tandis que le test atteint son maximum d'épaisseur sur toute la bordure antérieure : ceci est un fait d'observation, absolument *général* chez tous les Clypeâstres aussi bien que chez les Scutelles, ainsi que j'ai déjà eu l'occasion de le faire remarquer.

Les formes hautes et élancées, *alticostatus* Mich., *pyramidalis* Mich., *portentosus* Des Moul., ne diffèrent des *C. altus* et *C. tauricus* que par leur test moins massif, orné de tubercules plus fins, particulièrement à la face inférieure. Il existe dans le Greensand maltais des exemplaires rigoureusement identiques aux massifs *Clypeaster altus* Klein, mais dont les bords sont beaucoup moins épais. Dans la suite de leur développement, le test s'élève progressivement : on passe ainsi successivement aux formes *alticostatus* Mich., *pyramidalis* Mich., *portentosus* Desm. De même, j'ai constaté que le typique *Clypeaster altus* Klein, à test massif, bords épais et arrondis, mais peu élevé, ne dépassait guère une certaine taille : dans la suite de son développement, sans doute sous l'influence de conditions meilleures et probablement se trouvant sur des fonds plus riches en calcaire, le test s'élève progressivement en continuant à s'épaissir : c'est alors la forme massive et géante *tauricus* Desor. — Nous avons ainsi deux séries rigoureusement parallèles et comportant les mêmes variantes, suivant le même développement, occupant le même niveau stratigraphique : l'une comprend des Clypeâstres massifs à test et bordure remarquablement épaissis ; l'autre, des Clypeâstres identiques aux premiers, mais à test moins massif, bords amincis, ornementation plus fine, pétales ambulacraires moins ouverts dans les formes géantes (ex. : *portentosus* Des Moul.).

Je me rallie donc entièrement à l'opinion de M. J. W. Gregory qui place toutes ces prétendues espèces en synonymie du *Clypeaster altus* Klein. Toutefois je crois utile de conserver les dénominations précitées, *tauricus* Des., *alticostatus* Mich., *portentosus* Desm., *pyramidalis* Mich., uniquement comme devant servir à préciser les différentes formes du *Clypeaster altus* Klein, en raison des variantes considérables du test chez cette espèce suivant l'âge des individus et les conditions spéciales du milieu où ils ont vécu.

Il y a lieu, en effet, de distinguer, parmi les nombreuses formes du *Clypeaster altus*, d'une part, les individus qui prospéraient dans un milieu éminemment favorable (eaux riches en éléments calcaires et assez agitées), d'autre part, ceux qui vivaient à des profondeurs sensiblement analogues, mais dans des eaux un peu moins riches en calcaire, et sans doute plus calmes. Les premiers ont épaissi considérablement leur test et sont essentiellement massifs, alors même que leur test devient très élevé ; les autres, moins épais, contrastent par l'élégance de leur profil, particulièrement chez les individus à test pyramidal, tels que *alticostatus* Mich., *pyramidalis* Mich., *portentosus* Des Moul. Le milieu marin, plus ou moins riche en éléments calcaires, dans lequel ont vécu ces Échinides, à des profondeurs certainement fort peu considérables (15 à 20 mètres au maximum), explique l'épaisseur plus ou moins grande du test. — Les individus à test élevé, pyramidal, sont incontestablement des individus âgés, car la hauteur du test est généralement proportionnelle aux dimensions générales : des individus tels que le *C. tau-*

ricus(1) de Crète, figuré par Michelin, ou le *C. portentosus*, figuré ici planche VII, fig. 1, 2, devaient être de très vieux individus. Malheureusement, nous manquons encore de données précises sur le nombre d'années qu'un Échinide peut mettre à édifier un test aussi élevé et aussi massif : je ferai seulement observer qu'il est fréquent de constater sur ces Clypeâstres des empreintes de Bryozoaires, de Serpules ou de Cirrhipèdes, voire même des Lamellibranches, dont certains ont vécu, sinon en parasitisme, du moins en commensalisme, sur ces Clypeâstres, ou même dans l'épaisseur de leur test. Le tableau ci-dessous montre les deux séries parallèles du *Clypeaster altus* Klein, l'une comprenant les formes essentiellement massives et épaisses, l'autre, les formes à test moins épais et ornementation plus fine. Ces deux séries caractérisent le même niveau stratigraphique : il est à remarquer que les formes géantes *tauricus*, *portentosus*, etc., jalonnent une ligne méridienne depuis la Cilicie, en passant par la Crète, la Calabre, Malte, la Corse, la Sardaigne, les Baléares, l'Espagne méridionale, le Maroc (détroit Sud-Rifain).

FORMES ÉPAISSES, TEST MASSIF.

Clypeaster altus Klein (figuré notamment par Michelin, Seguenza, de Loriol, Airaghi). Bords épais, tubercules nombreux et assez gros disséminés sur le test.

Clypeaster altus Klein var. *tauricus* Desor. Dimensions moyennes (voir pl. IX, fig. 8).

Clypeaster altus Kl. var. *tauricus* Desor, de très grande taille (figuré par Michelin). Cette variété géante, d'après plusieurs exemplaires, avait normalement sa face supérieure assez élevée (95 millimètres sur un exemplaire d'Aleria, Corse). Les aires interambulacraires sont plus ou moins renflées : dans le cas où elles ne sont pas ou, du moins, peu renflées, la ressemblance de la forme générale avec les variétés *alticostatus*, *pyramidalis* est assez frappante, mais l'épaisseur des bords et l'ouverture des pétales ambulacraires sont de bons caractères distinctifs.

MOINS GRANDE ÉPAISSEUR DU TEST.

Clypeaster altus Klein. Même hauteur, même profil. Test moins épais particulièrement sur les bords, ornementation générale plus fine. — (J'ai recueilli à Malte dans le Greensand de tels échantillons).

Clypeaster altus Kl. var. *alticostatus* Mich. (voir pl. IX, fig. 5).

Clypeaster altus Kl. var. *pyramidalis* Mich. et *portentosus* Desm. (voir pl. IX, fig. 6; pl. X, fig. 3.)

Formes pyramidales géantes (voir var. *portentosus* pl. VII, fig. 1, 2 : hauteur de l'échantillon figuré, 102^{mm},5; diamètre antéro-postérieur, 171^{mm},5; diamètre transversal, 151^{mm},5). — Ces formes élevées, de même que la variété *tauricus* Desor, caractérisent les stades complètement adultes. Parfois les dimensions ne sont pas considérables (voir pl. IX, fig. 7), quoique la forme soit nettement pyramidale, mais l'épaisseur du test et le surplombement de la plaque madréporique par les sommets des ambulacres et des interambulacres indiquent un stade complètement adulte (2).

(1) Il semble que, souvent, chez ces formes géantes normalement pyramidales, la portion du test de la face supérieure non soutenue par le système des piliers internes se soit affaissée (sans doute par suite de compressions postérieures) en son centre.

(2) La plaque madréporique est saillante, en forme de bouton, chez les jeunes Clypeâstres; mais, à mesure que le test se développe et que le Clypeâtre avance en âge, elle paraît s'enfoncer légèrement et est toujours plus ou moins surplombée par le sommet des ambulacres et des interambulacres.

CHAPITRE V

CONSIDÉRATIONS SUR LES ÉCHINIDES NÉOGÈNES DU BASSIN MÉDITERRANÉEN. — RENSEIGNEMENTS TIRÉS DE LEUR RÉPARTITION POUR LA PALÉOBATHYMÉTRIE. — LEUR VALEUR STRATIGRAPHIQUE.

En ce qui concerne les Échinides (1), la période Néogène est caractérisée, dans le Bassin Méditerranéen, par une Faune essentiellement subtropicale, atteignant son apogée au Néogène moyen. Dès le Néogène supérieur, cette Faune s'appauvrit notablement par la disparition graduelle ou totale d'un certain nombre de genres subtropicaux largement répandus antérieurement, tels que *Scutella*, *Amphiope*, *Clypeaster*, tandis que de nouveaux immigrés, venus de la province celtique atlantique, commencent à faire leur apparition, indiquant un refroidissement qui ira en s'accroissant dans le Post-Pliocène : ainsi se trouvera plus tard constituée la faune échinitique méditerranéenne actuelle.

La Faune échinitique méditerranéenne dans les trois groupes de la période Néogène. —

Néogène inférieur. — Le Néogène inférieur méditerranéen est caractérisé par deux faits, en ce qui concerne les Échinides :

1^o Dès l'Aquitanién, développement de genres apparus antérieurement dans le Bassin Méditerranéen au Néonummulitique (*Scutella* Lmk., *Amphiope* Ag., *Clypeaster* Lmk., *Brissus* Kl., etc.), mais qui ne deviennent répandus et abondants qu'au Néogène inférieur. D'autres genres, tels que *Psammechinus* Ag., *Schizaster* Ag., *Spatangus* Klein, déjà bien représentés dans le Nummulitique, mais évoluant plus lentement, gardent encore dans l'Aquitanién des caractères archaïques (petite taille, etc.) : ils jouent un rôle important dans le Burdigalien.

2^o Apparition de genres nouveaux totalement inconnus avant le Néogène inférieur, dans la région méditerranéenne. Il faut citer, en particulier, *Parasalenia* Ag., *Echinoneus* Van Phels. (Aquitanién), *Prionechinus* Ag., *Arbacina* Pom., *Tripneustes* Ag., *Pliolampas* Pom., *Milletia* Duncan, *Tristomanthus* Bittn., *Phaleropygus* de Lor., *Toxopatagus* Manz. et Mazz., *Gregoryaster* Lamb., *Moiria* Ag., *Brissomorpha* Laube, *Heterobrissus* Manz. et Mazz., *Brissolampas* Pom., *Trachyspatangus* Pom. (Burdigalien).

D'étroites affinités relie cette faune échinitique méditerranéenne avec les faunes américaines tropicales du versant atlantique, et surtout avec celles décrites des Antilles (Saint-Barthélemy et Anguilla notamment). Au surplus, certains genres, tels *Scutella*, *Amphiope*, vivaient également dans la province lusitanienne atlantique (bassin de l'Aquitaine, Portugal).

(1) La même observation s'applique également à tous les Invertébrés marins du Néogène méditerranéen.

Il est donc certain que le lot d'Échinides, prenant une importance caractéristique ou s'introduisant dans le Bassin Méditerranéen durant le Néogène inférieur, provient de la région transatlantique, et principalement, sans doute, de la région caraïbe. — De quelle façon a pu s'opérer cette migration de l'Ouest vers l'Est? Deux hypothèses ont été émises. M. Gregory affirme la nécessité de faibles profondeurs répondant, soit à des îles, soit même à une terre plus ou moins continue, les *Pluteus* se propageant de proche en proche le long des côtes (1). M. A. Agassiz a combattu cette opinion, faisant remarquer qu'il suffit de courants marins pour expliquer la dissémination lointaine de *Pluteus* parfois recueillis au large, et qu'en outre, certains Échinides, en quelque sorte vivipares, peuvent porter fort longtemps leurs jeunes (2). Cette propagation des Échinides de l'Ouest à l'Est vers la Méditerranée peut, sans doute, être attribuée à un système de courants marins; mais il me semble assez difficile de rejeter absolument l'hypothèse d'une communication plus ou moins continentale entre les Antilles et l'Afrique, qui aurait aussi grandement facilité cette dissémination.

L'existence d'une Atlantide, hypothèse qui s'est particulièrement fortifiée récemment grâce à la Géologie et aux études zoologiques de M. L. Germain, paraît, d'ailleurs, de plus en plus probable; je ne veux pas mettre en doute que des courants marins allant de l'Ouest vers l'Est aient pu, en outre, concourir à la propagation des Échinides dans le Bassin Méditerranéen, cependant on conçoit mal que la seule action de courants marins puisse expliquer suffisamment la dissémination aussi lointaine de genres *exclusivement littoraux* tels que *Scutella*, *Amphiope*, *Echinocardium*, etc.

Néogène moyen. — Le caractère subtropical de la faune échinitique méditerranéenne s'accroît par la prédominance des genres *Clypeaster*, *Scutella*, *Amphiope*, dont certaines espèces atteignent de grandes dimensions. Le genre *Echinometra*, caractéristique des récifs coralliens, fait son apparition (*Echinometra miocenica* de Lor.). Les genres *Scutella* et *Amphiope* abondent dans le faciès littoral, tandis que les Clypéastres sont répandus dans les formations mollassiques ou calcaréo-sableuses néritiques. Le « Schlier », dépôt de mer profonde, présente des genres fort typiques, tels que *Brissopsis* Ag., *Toxopatus* Pom., *Cleistechinus* de Lor., *Heterobrissus* Manz., etc.

Les Clypéastres de très grande taille et de forme pyramidale (*C. tauricus*, *C. portentosus*, *C. pyramidalis*), cantonnés dans la partie méridionale du Bassin se sont propagés dans la partie orientale, jusqu'aux environs du lac Ourmiah, par la Cilicie. A la grande transgression vindobonienne succède un régime lagunaire, lacustre ou saumâtre : le régime marin se maintient néanmoins dans la partie méridionale, en particulier au Maroc et en Algérie (Sahélien).

La faune échinitique sahélienne a encore un cachet miocène très marqué, contrairement à l'opinion exprimée par Cotteau, Peron et Gauthier qui la classaient dans le Pliocène; elle correspond à des dépôts marins évidemment effectués à des profondeurs

(1) 1892. — GREGORY, On the relations of the Amer. and Europ. echin. faunas (*Bull. Geol. Soc. Amer.*, III, p. 106).

(2) 1904. — A. AGASSIZ, The Panamic Deep Sea Echini (*Mem. of the Museum of Comp. Zool. at Harvard Coll.*, vol. XXXI, p. 219).

différentes, comme le prouve l'abondance des *Brissopsis*, d'une part, et des *Clypeastres*, d'autre part.

Néogène supérieur. — Le Néogène supérieur marin méditerranéen comporte deux faciès différents : l'Astien faciès littoral de mer chaude, le Plaisancien faciès bathyal (marnes à *Brissopsis*). — Les genres *Scutella* et *Amphiope* ont totalement disparu du Bassin Méditerranéen, tandis que les genres *Clypeaster*, *Echinolampas*, *Opissaster*, *Trachyspatagus*, etc., ne sont plus représentés que par quelques espèces disparaissant dès la fin du Néogène supérieur. En même temps apparaissent, dans la Méditerranée méridionale, les *Echinus*, *Strongylocentrotus*, ce qui indique un refroidissement graduel des eaux et la fin du régime subtropical méditerranéen ainsi que l'établissement de courants marins permettant des échanges de faune avec la province celtique. — La température des eaux marines paraît être le principal facteur qui a dû agir, favorisant, au début du Néogène, l'introduction dans le Bassin Méditerranéen d'Échinides subtropicaux qui s'y sont largement développés durant tout le Néogène moyen. Un refroidissement des eaux de la Téthys se manifeste dès le Néogène supérieur, sans doute peu accentué au début, puisque quelques rares *Clypeastres*, etc., persistent encore ; mais, ce refroidissement s'accroissant, la Faune échinitique subtropicale disparaît totalement de la Méditerranée, bien qu'elle persiste de nos jours dans la mer Rouge voisine, où sont encore représentés *Clypeaster*, *Echinometra*, *Heterocentrotus*, etc., largement répandus dans la région indo-pacifique. Il faut en outre remarquer que les communications entre l'Atlantique et la Méditerranée étaient, sans doute, faciles au Néogène inférieur par le détroit Nord-Bétique, et au Néogène moyen par le détroit Sud-Rifain, tandis que, dès le Néogène supérieur, les communications par le détroit de Gibraltar, qui venait alors de s'ouvrir, devaient déjà être un peu moins commodes bien que ce détroit fut alors plus ouvert et plus profond que maintenant.

La faune d'Échinides vivant, aujourd'hui, dans la Méditerranée est fort réduite si on la compare à celle du Néogène moyen bien typique. Les espèces méditerranéennes actuelles vivent également, soit dans l'Atlantique (côtes septentrionales et occidentales d'Afrique, îles du Cap Vert, Canaries, Madère, côtes occidentales d'Espagne, de France), soit dans la Manche et la mer du Nord (côtes méridionales d'Angleterre, Norvège, îles Shetland et Lofoden). Quelques espèces méditerranéennes dont l'extension géographique est large se trouvent aussi en Floride, à la Guadeloupe, aux Philippines (*Dorocidaris papillata*), aux Antilles (*Brissus Scillæ*), au Brésil (*Arbacia pustulosa*). Cette faune méditerranéenne actuelle ne pourrait, d'ailleurs, être considérée que, tout à fait partiellement, comme un faible résidu de la faune typique du Néogène moyen, car la plupart des genres, actuellement les plus importants et les plus répandus, n'ont apparu qu'au Néogène supérieur ou même beaucoup plus récemment, le genre *Arbacia*, par exemple.

Le tableau suivant montre les principaux genres d'Échinides représentés dans le Bassin Méditerranéen durant la période Néogène, et indique ceux qui apparaissent avec le Néogène inférieur. Les espèces vivant actuellement dans la Méditerranée sont en italique ; quant aux genres qui ne sont plus actuellement représentés dans la Méditerranée, leur répartition est sommairement indiquée. — Le signe + indique que le genre existe.

GENRES	ÉPOQUE D'APPARITION	NÉOGÈNE INFÉRIEUR	NÉOGÈNE MOYEN	NÉOGÈNE SUPÉRIEUR	ÉPOQUE ACTUELLE
<i>Plegiocidaris</i> Pomel.....	Ladinien.	+	+	+	Atlantique tropical et Océan Pacifique (Mexique, îles Hawaï, Japon, Portugal, etc.) (pl. continental).
<i>Rhabdocidaris</i> Desor.....	Charmoutien.	+	+	+	Atlantique tropical et Océan Pacifique (golfe de Californie, Panama, Floride, Brésil, etc.) (littoral).
<i>Cidaris</i> Rumph.....	Ladinien.	+	+	+	
<i>Cyathocidaris</i> Lambert.....	Sénonien.	+	+	+	<i>D. papillata</i> Leske, Méditerranée, Atlantique et Indo-Pacifique (largement répandu) (littoral et pl. continental).
<i>Dorocidaris</i> A. Agassiz.....	Urgonien.	+	+		
<i>Leiocidaris</i> Desor.....	Oxfordien.	+	+		Région indo-pacifique (Australie, Philippines, etc.) (littoral).
<i>Sardocidaris</i> Lambert.....	Turonien.	+	+		Atlantique et Pacifique, Océan Indien (Panama, Japon, etc.) (pl. continental et abyssal).
<i>Phormosoma</i> W. Thomson.	Sénonien.	+	+		
<i>Centrostephanus</i> Peters.....	Sénonien.	+	+	+	<i>Centrostephanus longispinus</i> Philippi (<i>Diadema</i>), golfes de Palerme et de Naples, Atlantique et Pacifique (littoral).
<i>Diadema</i> Schynvoet.....	Éocène supérieur(?).		+		Indo-Pacifique, Atlantique tropical, mer Rouge (littoral). mers du Japon.
<i>Coptosoma</i> Desor.....	Néocomien.	+			Atlantique tropical, région indo-pacifique (pl. continental, 56-1323 m.).
<i>Całopleurus</i> Agassiz.....	Éocène.	+			
<i>Prionechinus</i> A. Agassiz....		+	+		Atlantique, Océan Indien.
<i>Arbacina</i> Pomel.....		+	+	+	<i>Arbacina Pallaryi</i> Gauth. (golfes d'Oran et de Palerme, Capri) = <i>Genocidaris maculata</i> Ag., fide Lambert et Mortensen.
<i>Psammechinus</i> Agassiz.....	Valanginien.	+	+	+	<i>Psammechinus microtuberculatus</i> Bl. (<i>Echinus</i>), Méditerranée, Atlantique, Manche, mer du Nord (littoral).
<i>Stirechinus</i> Desor.....			+	+	<i>Echinus acutus</i> Lmk. <i>Echinus melo</i> Lmk. Méditerranée, Atlantique, région indo-pacifique, mer du Nord (littoral et néritique).
<i>Echinus</i> Rond. (Linn.).....			+	+	
<i>Strongylocentrotus</i> Brandt (<i>Paracentrotus</i> Mortensen).				+	<i>Strongylocentrotus lividus</i> Brandt, Méditerranée, Atlantique, Manche, Açores, Brésil (littoral).
<i>Schizechinus</i> Pomel.....			+	+	Atlantique W. tropical, Indo-Pacifique (littoral).
<i>Tripneustes</i> Agassiz.....		+	+		
<i>Parasalenia</i> Agassiz.....		+			Océan Indien, Indo-Pacifique (littoral).
<i>Echinometra</i> Rondelet (Gray emend.).....			+		Cosmopolite, mers chaudes. formations coralligènes (littoral).
<i>Echinocyamus</i> van Pheilsun.	Nummulitique.	+	+	+	<i>Echinocyamus pusillus</i> Gray, Méditerranée, Atlantique N., Açores, Floride, Antilles (littoral et néritique).
<i>Fibularia</i> Lamarck.....	Danien.	+			Pacifique, Océan Indien, mer Rouge (littoral, néritique, bathyal).

GENRES	ÉPOQUE D'APPARITION	NÉOGENE INFÉRIEUR	NÉOGENE MOYEN	NÉOGENE SUPÉRIEUR	ÉPOQUE ACTUELLE
<i>Scutella</i> Lamarck.....	Mésonummulitique.	+	+		Atlantique tropical, Indo-Pacifique (littoral).
<i>Amphiope</i> Agassiz.....	Néonummulitique.	+	+		
<i>Clypeaster</i> Lamarck.....	Auversien.	+	+	+	
<i>Echinoneus</i> van Phelsum...		+	+		Atlantique W. tropical et Indo-Pacifique, Antilles (littoral).
<i>Echinolampas</i> Gray.....	Nummulitique.	+	+	+	Atlantique tropical, Indo-Pacifique (littoral).
<i>Hypsoclypus</i> Pomel.....		+	+	+	(Le sous-genre <i>Conolampas</i> Ag., représenté actuellement par une espèce unique dans la mer des Antilles, <i>C. Siggsbei</i> Ag., est fort peu différent des <i>Hypsoclypus</i> fossiles) (pl. continental 84-450 m.).
<i>Pliolampas</i> Pomel.....		+	+		Antilles (<i>H. hystrix</i> Ag. [<i>Palæopneustes</i>]) (pl. continental 21-208 m.).
<i>Milletia</i> Duncan.....		+	+		
<i>Tristomanthus</i> Bittner.....		+	+		
<i>Phaleropygus</i> de Loriol....		+	+		
<i>Toxopatagus</i> Pomel.....	(<i>Hemipneustes</i> Ag.) Maestrichtien.	+	+		
<i>Heterobrissus</i> Manzoni et Mazzetti.....			+		Atlantique tropical, Pacifique, Antilles (pl. continental 28-298 m.).
<i>Brissomorpha</i> Laube.....		+			
<i>Linopneustes</i> Agassiz.....			+		
<i>Brissolampas</i> Pomel.....		+			<i>Spatangus purpureus</i> Leske. Méditerranée, Atlantique, mers du Nord, Indo-Pacifique.
<i>Cleistechinus</i> de Loriol....			+		
<i>Euspatangus</i> Agassiz.....	Mésonummulitique.	+	+		
(<i>Brissoides</i> Klein).....					
<i>Spatangus</i> Klein.....	Mésonummulitique.	+	+	+	
(<i>Prospatangus</i> Lambert)....					Pacifique, mer des Indes (littoral).
<i>Maretia</i> Gray.....	Mésonummulitique.	+	+	+	
<i>Hemispatangus</i> Desor.....					
<i>Lovenia</i> Desor.....	Mésonummulitique.	+	+	+	
<i>Sarsella</i> Pomel.....					
<i>Echinocardium</i> Gray.....	Mésonummulitique.	+	+	+	<i>Echinocardium cordatum</i> Gray Méditerranée, <i>Echinocardium mediterraneum</i> Gray (Méd.), <i>Echinocardium flavescens</i> Ag. (Méd.), Atlantique, Manche, mer du Nord, Océan Indien, Pacifique (littoral, vit sur des fonds sableux).
<i>Trachyspatangus</i> Pomel....	Rupélien.	+	+		Pacifique tropical, Indo-Pacifique, Antilles (littoral).
<i>Macropneustes</i> Agassiz.....	Mésonummulitique.	+	+		
<i>Schizobrissus</i> Pomel.....			+		
<i>Metalia</i> Gray.....			+		<i>Brissus Scillæ</i> Ag. Méditerranée, Atlantique tropical, Indo-Pacifique, Antilles (pl. continental et littoral).
<i>Brissus</i> Klein.....	Tongrien.	+	+	+	
<i>Brissopsis</i> Agassiz.....					
<i>Toxobrissus</i> Desor.....	Mésonummulitique.	+	+	+	<i>Brissopsis lyrifera</i> Ag. Méditerranée (100-120 m. et grands fonds), Atlantique, Pacifique (littoral et bathyal).
<i>Brissoma</i> Pomel.....					
<i>Kleinia</i> Gray.....					
<i>Gregoryaster</i> Lambert.....	Rupélien (<i>Hemiaster</i> pars) Crétacé.	+			

GENRES	ÉPOQUE D'APPARITION	NÉOGÈNE INFÉRIEUR	NÉOGÈNE MOYEN	NÉOGÈNE SUPÉRIEUR	ÉPOQUE ACTUELLE
<i>Dictyaster</i> Stefanini.....	Mésonummulitique.	+	+		
<i>Holcopneustes</i> Cotteau.....					
<i>Trachyaster</i> Pomel.....	Nummulitique (<i>Hemiaster</i> pars)	+	+		
<i>Opissaster</i> Pomel.....	Nummulitique (<i>Hemiaster</i> pars)	+	+	+	
<i>Pericosmus</i> Agassiz.....	Mésonummulitique.	+	+		
<i>Agassizia</i> Valenciennes.....	Tongrien.		+		Atlantique tropical (Amérique), Indo-Pacifique, Antilles (né- ritique).
<i>Pseudobrissus</i> Lambert.....			+		
<i>Schizaster</i> Agassiz.....	Nummulitique.	+	+	+	<i>Schizaster canaliferus</i> Ag. Méditerranée, Atlantique, Indo-Pacifique, Sub-Antarc- tique (néritique et bathyal).
<i>Moiria</i> Agassiz.....	Néonummulitique.	+			Atlantique américain tropical et Pacifique, golfe de Cali- fornie, Antilles (littoral et néritique).

Observations générales sur la Faune échinitique Néogène du Bassin Méditerranéen. —

Le tableau précédent permet de constater que, durant la période Néogène, de nombreux genres d'Échinides ont prospéré dans la Méditerranée, tous caractéristiques d'une faune nettement subtropicale, et dont quelques rares espèces persistent encore actuellement dans cette mer maintenant à peu près fermée. Deux genres, représentés chacun par une seule espèce dans la Méditerranée à l'époque actuelle, sont d'apparition plus récente : ce sont *Arbacia* Gray (*Arbacia pustulosa* Leske) et *Sphærechinus* Des. (*Sphærechinus granularis* Ag.) : l'introduction d'*Arbacia pustulosa* paraît contemporaine du dépôt des couches à *Strombus bubonius* (1). D'autre part, on ne trouve dans le Néogène méditerranéen aucun représentant de plusieurs genres qui vivaient durant cette période dans d'autres régions (Crag d'Angleterre, Néogène des Indes, de l'Australie, etc.), tels que *Salmacis* Ag., *Temnopleurus* Ag., *Salenida* Pom., *Lepidopleurus* Dunc. et Slad., *Opechinus* Desor, *Dicoptella* Lamb., *Temnechinus* Forbes, *Grammechinus* Duncan et Slad. Enfin, quelques genres ou sous-genres apparus antérieurement au Néogène, et encore actuellement représentés dans les mers chaudes, demeurent jusqu'ici inconnus dans le Néogène méditerranéen : tels sont notamment *Salenia* Gray, *Hemipedina* Wright, vivant aux Antilles, que des recherches ultérieures feront peut-être découvrir dans les sédiments néogènes méditerranéens.

L'introduction dans le Bassin Méditerranéen d'une faune échinitique de caractère subtropical, à affinités, sinon américaines, du moins nettement atlantiques, ne s'est pas faite brusquement. — Dès le Mésonummulitique apparaissent *Diadema*, *Cælopleurus*,

(1) 1911. — G. STEFANINI, Di alcune *Arbacia* fossili (*Rivista it. di Paleontologia*, XVII, fasc. 1-2. — Catania).

Echinocyamus, *Scutella*, *Amphiope*, *Clypeaster*, *Echinolampas*, *Euspatangus*, *Spatangus*, *Maretia*, *Lovenia*, *Echinocardium*, *Macropneustes*, *Brissopsis*, *Holcopneustes*, *Trachyaster*, *Opissaster*, *Schizaster*, puis, au Néonummulitique, *Brissus*, *Gregoryaster*, *Agassizia*, *Moirá*. Durant le Néogène inférieur, le caractère subtropical de la faune échinitique méditerranéenne s'accroît nettement, en même temps que son cachet atlantique, par l'apparition des genres *Prionechinus*, *Arbacina*, *Tripneustes*, *Parasalenia*, *Echinoneus*, *Hypsoclypus*, *Pliolampas*, *Milletia*, *Tristomanthus*, *Phaleropygus*, *Brissomorpha*, *Brissolampas*. Cette faune subtropicale atteint son apogée durant le Néogène moyen, elle est alors caractérisée par de nombreuses espèces, dont plusieurs de grande taille appartenant aux genres *Scutella*, *Clypeaster*, *Echinolampas*, *Hypsoclypus*, etc., en même temps qu'apparaissent *Stirechinus*, *Echinus*, *Schizechinus*, *Echinometra*, *Linopneustes*, *Cleistechinus*, *Metalia*, *Dictyaster* : l'ensemble de la faune indique une température très chaude, du moins en surface (au moins 20°), en même temps qu'un approfondissement des fonds marins en certains points.

De même que le caractère subtropical atlantique de la faune échinitique méditerranéenne, particulièrement marqué durant le Néogène moyen, *n'a pas apparu brusquement*, mais s'est peu à peu accru par l'élévation de température du milieu marin, de même la disparition des nombreux genres subtropicaux, consécutivement au refroidissement des eaux de la Téthys dès le Néogène supérieur, quoique plus rapide, ne s'est effectuée que *graduellement*. C'est ainsi qu'on peut encore constater à cette époque, dans la Méditerranée méridionale, la persistance du genre *Clypeaster*, qui ne disparaîtra définitivement de la Méditerranée qu'au Post-Pliocène : il en est de même pour les genres ou sous-genres *Stirechinus*, *Schizechinus*, *Echinolampas*, *Hypsoclypus*, *Maretia*, *Opissaster*. Il y a, par contre, disparition complète de *Diadema*, *Prionechinus*, *Echinometra*, *Scutella*, *Amphiope*, *Echinoneus*, *Pliolampas*, *Milletia*, *Tristomanthus*, *Toxopatus*, *Linopneustes*, *Dictyaster*, *Pericosmus*, *Agassizia*, *Moirá*. L'apparition du genre *Strongylocentrotus*, si répandu de nos jours le long des côtes de France, dans la Manche, et la région atlantique, ainsi que de plusieurs espèces du genre *Echinus* (1), indique des conditions de température déjà bien voisines de la température actuelle de la Méditerranée.

Les Échinides se rencontrent en de nombreux gisements marins du Néogène méditerranéen, notamment dans le Bassin Méditerranéen occidental, et aussi dans toute sa partie méridionale où, même à l'époque du Pontien, le régime marin persistait en quelques points.

Renseignements fournis par les Échinides sur les profondeurs approximatives auxquelles correspondent les divers sédiments néogènes méditerranéens. —

La répartition des Échinides dans les divers dépôts marins néogènes, parfaitement comparables aux sédiments des mers actuelles, permet d'évaluer, sinon avec une précision absolue, tout au moins assez exactement, les différentes profondeurs auxquelles correspondent ces formations.

Il faut toutefois faire abstraction de quelques genres ou espèces d'Échinides qui ont

(1) Ce genre est maintenant encore représenté dans la Méditerranée par deux espèces, *Echinus melo* Lmk. et *Echinus acutus* Lmk.

normalement une distribution verticale étendue au sein des mers actuelles : ne pouvant fournir des renseignements suffisamment précis, de tels Échinides sont pratiquement inutilisables en paléobathymétrie. C'est le cas de certains *Cidaris*, *Dorocidaris*, *Echinocyamus*, *Schizaster*, *Spatangus* et même de quelques *Brissopsis* (1). Parfois, en effet, dans un même genre, certaines espèces peuvent être sub-littorales ou néritiques, tandis que d'autres sont exclusivement bathyales (2).

Beaucoup d'Échinides, au contraire, sont soumis à des conditions spéciales de température, de pression ou de substratum, les limitant à des profondeurs déterminées qu'ils ne peuvent guère dépasser. — Quelques-uns sont littoraux ou sub-littoraux (ex. : *Scutella*, *Amphiope*, *Echinocardium*, etc.); beaucoup sont néritiques, vivant parmi des algues (*Psammechinus*, *Tripneustes*) ou des coraux (*Echinometra*, *Echinoneus*); plusieurs enfin sont surtout caractéristiques de la zone bathyale (*Brissopsis*, *Phormosoma*).

Les Échinides néogènes dont plusieurs genres ou espèces subsistent, dans les mers actuelles, à des profondeurs exactement repérées par les expéditions océanographiques modernes, peuvent donc donner, s'ils sont convenablement choisis, de précieux renseignements au point de vue paléobathymétrique. Leur valeur, sous ce rapport, s'accroît du fait de l'abondance ou de la fréquence d'espèces significatives dans une même formation marine. D'autre part, l'étude de l'ensemble de la faune qui les accompagne ainsi que l'examen de la composition lithologique des sédiments qui les renferment (sables, grès, mollasses, argiles, etc.) sont d'excellents moyens de contrôle.

J'examinerai rapidement, à cet égard, les phases marines de la Période Néogène en prenant comme exemples quelques-uns des gisements les plus riches en Échinides néogènes parmi ceux que j'ai pu explorer.

a. *Aquitaniien*. — La transgression marine étant faiblement accentuée, les gisements marins de l'Aquitaniien sont peu nombreux et peu étendus dans le Bassin Méditerranéen : tous renferment des Échinides sub-littoraux (*Scutella*) ou néritiques. Les *Echinoneus* et *Parasalenia* de Carry-Sausset qui se rencontrent avec des Polypiers astréens perforés par des Lithodomes vivaient à une profondeur peu considérable, de 25 à 30 mètres au plus (3). Les couches sableuses de Schio renferment de nombreux *Clypeaster*, des *Echinolampas* et *Spatangus*, ce qui accuse une profondeur un peu plus grande dans la zone néritique. Le Lower Coralline Limestone de Malte et Gozo s'est probablement déposé à une profondeur intermédiaire : comme à Schio, on y rencontre des *Echinolampas*, mais le genre *Clypeaster* ne s'y trouve pas représenté et, de même qu'aux environs de Carry-Sausset, on y trouve de nombreuses Scutelles (*Scutella melitensis* Airaghi).

b. *Burdigalien*. — Les fonds marins s'approfondissent progressivement par suite de la grande transgression marine. Des mollasses à *Lithothamnium* se forment, tandis qu'en bordure du rivage, sous une eau agitée par des courants rapides, s'amoncellent des

(1) Par exemple, *Dorocidaris papillata* Ag., qui vit encore actuellement dans la Méditerranée, se rencontre à partir de 60 mètres, est abondant vers 100 mètres, mais a été signalé jusqu'à plus de 1 500 mètres de profondeur.

(2) Parmi les *Schizaster*, certains se rencontrent entre 36 et 91 mètres de fond (ex. : *Schizaster canaliferus* Lmk.); d'autres vivent plus profondément et peuvent descendre jusque vers 2 000 mètres et plus (*Schizaster Orbigny* Ag. 168-2755 mètres).

(3) On sait que les Coraux ne peuvent vivre en colonies au-dessous d'une quarantaine de mètres.

sables quartzeux renfermant de nombreuses Scutelles et Amphiope (*A. elliptica* Des., *Scutella paulensis* Ag.). — A Malte le *Globigerina* Limestone présente surtout des *Echinolampas*, *Schizaster*, *Spatangus*, *Euspatangus*. — Les sables à Scutelles (*S. paulensis* Ag.) et Amphiope sont essentiellement littoraux (5 à 6 mètres de fond). — Dans la zone des *Lithothamnium*, comparable aux prairies de zostères actuelles de la Méditerranée (30 mètres de profondeur en moyenne), se rencontrent, souvent en très grande abondance, les *Tripneustes*, *Psammechinus*, *Echinolampas*, *Milletia*, *Tristomanthus*, *Brissus*, etc. Des Clypéastres (*C. pentadactylus* Per. et Gauth, etc.) prospéraient également dans de pareils milieux riches en calcaire ; on y rencontre enfin parfois des fragments de Scutelles. — Sur les fonds sableux ou vaseux on trouve communément des espèces appartenant aux genres *Echinocardium*, *Lovenia*, *Schizaster*, *Spatangus*, par exemple dans les couches gréso-marneuses de la Couronne (Bouches-du-Rhône).

c. *Schlier*. — Ce faciès est constitué par des marnes argileuses bathyales qui sont généralement peu riches en Échinides (*Brissopsis*, *Schizaster*). Dans l'Émilie, elles renferment une faune échinitique fort intéressante, très complètement décrite et figurée par plusieurs auteurs, notamment M. Stefanini [346]. Un certain nombre d'espèces se rencontrent simultanément dans les marnes et dans les mollasses sableuses qui les surmontent, mais, parmi celles cantonnées dans les marnes, *Linopneustes Pareti* Manz., *Heterobrissus Montesii* Manz. et Mazz., *Toxopatagus italicus* Manz. et Mazz., etc., sont très caractéristiques de la zone bathyale (1).

d. *Vindobonien-Sahélien*. — Les sédiments sableux ou marno-sableux helvétiques sont surtout riches en Scutelles et Amphiope. Ces deux grands genres étant actuellement disparus, il est difficile d'établir des comparaisons précises. Toutefois il est certain que la faune qui les accompagne constamment est rigoureusement littorale. C'est ainsi qu'à Nissan (Hérault), *Amphiope bioculata* Ag. et *Scutella Jacquemeti* de Lor. se recueillent dans les marnes sableuses avec de nombreuses Huitres (*O. crassissima*) ainsi que des Balanes. — Les grands Clypéastres abondent dans les mollasses à *Lithothamnium* (ex. : *Leithakalk*) et aussi dans les sables calcaires à *Heterostegina* (Greensand de Malte et Gozo) qui appartiennent encore à la zone néritique. — Les marnes tortoniennes sont toujours fort pauvres en Échinides, à part quelques radioles isolées de Cidaridés ou d'Échiniens. Le genre *Echinometra* apparaît et abonde dans la mollasse coralligène de Sériège (Hérault) (*Echinometra miocenica* de Lor.). — Le Sahélien comprend des sédiments variés que je me contente de signaler, ne les ayant pas explorés : certaines marnes riches en *Brissopsis* sont certainement des dépôts assez profonds, tandis que les calcaires à *Lithothamnium* et Clypéastres sont néritiques.

e. *Plaisancien-Astien*. — Les gisements sableux astiens présentent une faune échinitique essentiellement néritique dont certaines espèces telles que *Dorocidaris papillata* Leske, *Echinocyamus pusillus* Mull., *Spatangus purpureus* Mull. vivent encore dans la Méditerranée.

En profondeur, se déposaient les marnes à *Brissopsis* plaisanciennes bathyales. Les

(1) *Linopneustes longispinus* Ag. se rencontre actuellement aux Antilles entre 51 et 682 mètres, *L. Murrayi* Ag. entre 631 et 686 mètres.

Brissopsis y sont souvent extrêmement abondants, mais à part quelques *Schizaster* et des radioles de *Cidaridés*, ce sont les seuls représentants des Échinides. En Egypte, le gisement du Kom-el-Chelloul près Gizeh, avec *Clypeaster ægyptiacus* Wr., *Echinolampas Meslei* Gauth., *Echinocardium Saccoi* Gauth., fait certainement partie de la zone néritique.

Valeur stratigraphique des Échinides durant la période Néogène dans le Bassin Méditerranéen. — Grâce à leur abondance et à la parfaite conservation de leur test, les Échinides sont incontestablement, avec les Pectinidés, des fossiles particulièrement précieux pour établir la chronologie des différents dépôts marins néogènes du Bassin Méditerranéen.

J'estime néanmoins qu'une seule espèce fossile, même parmi celles réputées caractéristiques, ne suffit pas pour fixer avec complète certitude l'âge d'un dépôt; c'est l'ensemble d'une faune, et non quelques espèces isolées, qui doit décider de l'âge exact d'un sédiment marin, paléontologiquement, en dehors des renseignements fournis par la Stratigraphie. De nos jours, l'étude des terrains sédimentaires est faite avec une grande minutie, et peut-être a-t-on tendance à multiplier les subdivisions d'étages, de même qu'en Paléontologie certaines espèces ou même certains genres ont été « pulvérisés »; il en résulte qu'il faut au stratigraphe de nombreux matériaux soigneusement déterminés appartenant à différents groupes. Bien souvent, en effet, au fur et à mesure des découvertes, nous constatons que telle espèce, réputée *caractéristique*, est apparue plus tôt ou a persisté plus tardivement, si bien que de nombreux fossiles se rencontrent également dans plusieurs étages ou sous-étages, même parmi ceux dits caractéristiques. J'indique plus loin la répartition des principaux genres aux diverses périodes du Néogène, et autant que possible la répartition, tant stratigraphique que géographique, des principales espèces: malheureusement, l'âge précis des sédiments néogènes de quelques régions du Bassin Méditerranéen n'a pas encore été suffisamment établi par les études stratigraphiques et paléontologiques, et, d'ailleurs, certaines espèces citées par les auteurs n'ont pas toujours été comprises de même façon, en sorte que je suis obligé de faire des réserves en ce qui concerne quelques espèces.

Durant la période Néogène, les Échinides réguliers d'une part, les Échinides irréguliers d'autre part, ne sont pas également importants au point de vue stratigraphique. Incontestablement, ce sont les Irréguliers, dont l'évolution se poursuit plus rapidement qui « marquent les heures au cadran » des temps géologiques, suivant l'heureuse expression de Gaudry (1).

Parmi les Réguliers, les *Cidaridés*, apparus en grand nombre dès le Trias, n'ont plus qu'une très minime importance dans le Bassin Méditerranéen durant la Période Néogène, en raison de leur distribution verticale très étendue et aussi du nombre restreint des espèces. De plus, leurs tests entiers, ou même en fragments, sont toujours fort rares: le plus souvent les sédiments néogènes ne livrent que des plaques isolées ou des radioles plus ou moins usées dont l'attribution spécifique est parfois douteuse en raison des grandes variations qu'elles éprouvent suivant la place occupée sur le test (2). — Les

(1) 1896. — Gaudry A. Essai de Paléontologie philosophique, p. 197. — Paris, Masson.

(2) Voir, notamment, à ce sujet le mémoire de M. Prouho sur *Dorocidaris papillata* [41].

Glyphostomes, plus nombreux, dont le test ne se désarticule pas, du moins chez bon nombre d'espèces de taille petite ou moyenne (*Psammechinus*, etc.), fournissent de meilleurs renseignements stratigraphiques, à condition que les tests soient suffisamment bien conservés pour observer les détails de structure souvent fort minutieux.

Tripneustes fait son apparition dans le Burdigalien (mollasses à *Lithothamnium*), persiste dans l'Helvétien, n'existe plus dans le Bassin Méditerranéen au Néogène supérieur, mais vit actuellement aux Antilles, dans le golfe de Californie, etc. (1). *Psammechinus* et ses dérivés *Prionechinus* et *Arbacia* apparaissent dans le Néogène inférieur et abondent particulièrement dans le Burdigalien. *Centrostephanus* n'est guère représenté que par des radioles. *Schizechinus* est du Néogène moyen et supérieur. *Echinus* et *Strongylocentrotus* caractérisent le Néogène supérieur méditerranéen.

Les Irréguliers, au contraire, ont une importance stratigraphique de grande valeur. C'est ainsi que les genres *Scutella*, *Amphiope* et *Clypeaster* ont véritablement peuplé les fonds marins de la Méditerranée (zones littorale et nérétique) durant le Néogène inférieur et le Néogène moyen. Ils ont évolué fort rapidement : en conséquence, des noms spécifiques ont parfois été imposés à des échantillons qui, certainement, ne doivent constituer que de simples variétés ou tout au plus des mutations, mais il faut bien reconnaître que les Échinologues, se trouvant en présence d'une floraison aussi riche et aussi touffue que celle du genre *Clypeaster*, par exemple, peuvent hésiter dans certains cas, sur la limite qu'il convient d'attribuer à l'Espèce. Suivant la règle commune, l'évolution, chez ces Echinides, a consisté dans un accroissement de la taille : en même temps le test s'épaissit et les ambulacres se développent. — *Scutella* et *Amphiope* disparaissent totalement dès le Néogène supérieur, tandis que *Clypeaster* est encore représenté à cette époque dans la Méditerranée par une ou deux espèces seulement. Par contre, *Echinocyamus* et *Fibularia*, en raison de leur petite taille et de la difficulté qu'on éprouve à distinguer les espèces, n'ont qu'une minime importance en Stratigraphie.

Les quelques espèces du genre *Echinoneus* qui apparaît dès l'Aquitainien sont assez rares ; elles présentent d'ailleurs, dès le Néogène inférieur, les plus grandes analogies avec les *Echinoneus* actuels. — Les *Echinolampas*, moins abondants que durant le Nummulitique, sont encore fréquents dans le Néogène inférieur, atteignent leurs plus grandes dimensions au Néogène moyen (*Hypsoclypus*) et ne comptent plus que deux ou trois espèces durant le Néogène supérieur (2). D'autres genres, tels *Tristomanthus* apparu dès l'Oligocène supérieur, *Milletia* et *Pliolampas* qui datent du Burdigalien, ne dépassent pas le Néogène moyen.

La plupart des Spatangoïdes, dont certains abondent dès le Crétacé supérieur, étaient déjà très différenciés dans le Nummulitique ; ils continuent à peupler la zone nérétique et

(1) Certains genres d'Echinides ainsi disparus de la Méditerranée dès le Néogène supérieur vivent encore actuellement dans d'autres mers. Ces genres ont dû disparaître de la Méditerranée, *non pas par migration*, mais en s'éteignant *sur place* à cause du refroidissement graduel qui se fit alors dans le bassin méditerranéen et peut-être aussi par suite des communications plus restreintes avec l'Atlantique.

(2) *Echinolampas Hoffmanni* Des. se trouve dans le Pliocène et le Post-Pliocène méditerranéen. Actuellement quelques *Echinolampas* vivent dans la région atlantique, ex. : *E. depressa* Gray jusque vers 290 mètres de profondeur.

la zone bathyale, durant tout le Néogène, dans le Bassin Méditerranéen. Tels sont principalement *Schizaster*, *Opissaster*, *Brissopsis*, *Spatangus*, *Euspatangus*, etc. *Maretia* et *Lovenia* disparaissent de la Méditerranée au Néogène supérieur et ont encore actuellement des représentants dans d'autres régions. Plusieurs d'entre eux, abondants dans le Nummulitique, ne persistent pas au delà du Burdigalien : tels sont *Pericosmus*, *Macropneustes*, etc. Quelques-uns dérivent de genres plus anciens qui se sont plus ou moins transformés en évoluant, et présentent quelquefois des caractères mixtes, par exemple : *Pseudobrissus* Lamb. qui est dépourvu de sillon antérieur comme les *Brissus*, mais possède des fascioles de *Linthia*. D'autres, par milesquels *Agassizia*, apparaissent dans la Méditerranée au Néogène inférieur et en disparaissent dès le Néogène supérieur (1). — Les faciès de profondeur (zone bathyale) sont partout caractérisés par de nombreux *Brissopsis*. En outre, apparaissent dans le Schlier des genres très spéciaux, tels que *Cleistechinus*, *Linopneustes*, *Heterobrissus*, *Dictyaster*, *Toxopatagus* (ce dernier à peine différent des *Hemipneustes* du Maëstrichtien).

De savants Échinologues ont déjà pu établir d'une façon satisfaisante les relations phylogénétiques de plusieurs genres ou espèces d'Échinides néogènes. Je n'ai pu aborder ce sujet pour lequel il faudrait de longues études sur de bons et nombreux matériaux. Le tableau suivant doit donc être seulement considéré comme résumant d'une façon schématique les principaux faits intéressant l'évolution des Échinides durant la Période néogène dans le Bassin Méditerranéen : j'ai cru, en outre, utile d'y citer un certain nombre d'espèces les plus importantes au point de vue stratigraphique.

Au sujet de la répartition de ces espèces dans les différents étages du Néogène méditerranéen, je dois faire remarquer que plusieurs d'entre elles ont une extension stratigraphique un peu plus grande que celle indiquée : c'est ainsi que *Schizaster Desori* Wr. a été signalé dès l'Aquitanién en Sardaigne et remonterait jusque dans l'Helvétien, mais il n'est communément répandu qu'au Burdigalien. Dans ce cas, je me suis contenté de les citer seulement à l'époque où elles étaient en pleine floraison.

Enfin il m'a paru intéressant d'esquisser dans les deux cartes jointes à ce travail la répartition, tout au moins sommaire, des principaux genres d'Échinides durant le Néogène moyen et le Néogène supérieur dans le Bassin Méditerranéen. J'ai cherché à résumer ainsi pour cette région classique, l'état actuel de nos connaissances sur la répartition dans le temps et dans l'espace des Échinides durant la période Néogène. Certes, les lacunes sont encore grandes : il serait surtout désirable de pouvoir préciser l'extension stratigraphique et géographique, non seulement des genres, mais de chaque espèce en particulier. Les découvertes qui se multiplient, et les études chaque jour plus précises, de savants spécialistes sur des Échinides fossiles parfaitement conservés feront, sans doute dans un avenir prochain, pleine lumière à ce sujet.

(1) *Agassizia scrobiculata* Ag. vit actuellement dans le golfe de Californie ; *Agassizia excentrica* Ag. se recueille dans le golfe du Mexique entre 65 et 174 mètres de profondeur.

Répartition des principaux genres et de quelques

		CIDAROIDA.	GLYPHOSTOMATA.
NÉOGÈNE SUPÉRIEUR	Astien (Faciès littoral et néritique).	<i>Cidaris Desmoulini</i> Sism. <i>Dorocidaris papillata</i> Leske.	Nombreux <i>Psammechinus</i> et <i>Arbacina</i> . <i>Psammechinus astensis</i> Sism. <i>Psammechinus Fischeri</i> Cott. <i>Arbacina sulcata</i> Cott, etc. Apparition des <i>Echinus</i> et des <i>Strongylocentrotus</i> (<i>Stron-</i> <i>gylocentrotus lividus</i> Lmk., <i>Echinus melo</i> Lmk., etc.).
	Plaisancien (Faciès argileux bathyal).	<i>Cidaris Desmoulini</i> Sism. <i>Dorocidaris Mingaudi</i> Lamb. <i>Dorocidaris papillata</i> Leske. <i>Plegiocidaris zea-mays</i> Sism. <i>Rhabdocidaris rosaria</i> Bronn.	<i>Centrostephanus longispinus</i> Philippi (radioles).
NÉOGÈNE MOYEN	Sahélien. (Faciès néritique ou bathyal).	<i>Cidaris pungens</i> Pom. <i>Dorocidaris sahelensis</i> Pom.	<i>Centrostephanus sahelensis</i> Pom. <i>Arbacina asperata</i> Pom., <i>Ar-</i> <i>bacina sahelensis</i> Pom. <i>Psammechinus laevis</i> Pom. <i>Psammechinus subrugosus</i> Pom. <i>Schizechinus Duciei</i> Wr.
	Vindobonien. { Faciès mollassique né- ritique, ou marneux et plus profond.	<i>Rhabdocidaris</i> : <i>R. compressa</i> Cott. <i>Cidaris</i> : <i>Cid. sardica</i> Lamb. <i>Cid. melitensis</i> Wr. <i>Dorocidaris</i> : <i>D. Deydieri</i> Lamb. Les marnes riches en Pleuro- tomes ne renferment que de rars radioles de Cidaridès.	<i>Centrostephanus</i> (radioles). <i>Psammechinus</i> et <i>Arbacina</i> nombreux. <i>Schizechinus</i> ap- paraissent : <i>Schizech. Duciei</i> Wr., <i>Schizech. dux</i> Laube, etc. <i>Tripneustes gahardensis</i> Seu- nes. Apparition du genre <i>Echino-</i> <i>metra</i> (<i>E. miocenica</i> de Lor.).
	Faciès sableux, gré- seux ou marno-sa- bleux, littoral.	Rares ou absents.	Rares ou absents.
	Schlier (Faciès marneux bathyal).	<i>Dorocidaris</i> (<i>D. Mazzetti</i> Stef.). <i>Cyathocidaris avenionensis</i> Desm.	<i>Phormosoma Lovisatoi</i> Lamb. (radioles).
NÉOGÈNE INFÉRIEUR	Burdigalien (Faciès sableux ou gréseux littoral ou mollassique néritique). (mollasses à <i>Lithothamnium</i> .)	<i>Cyathocidaris avenionensis</i> Desm. et plusieurs <i>Leioci-</i> <i>daris</i> (<i>L. Sismondai</i> Mayer, <i>L. Scilla</i> Wright). <i>Plegiocidaris</i> (<i>P. Cureti</i> Lamb.).	Radioles de <i>Centrostephanus</i> . Apparition des <i>Prionechinus</i> et des <i>Arbacina</i> . <i>Psammechinus</i> (plusieurs espèces). <i>Tripneustes Parkinsoni</i> Ag. <i>Tripneustes planus</i> Ag.
	Aquitaniien (Faciès néritique).	<i>Cyathocidaris avenionensis</i> Desm. fait son apparition. <i>Leiocidaris Adamsi</i> Wr.	<i>Psammechinus coronalis</i> Lamb. <i>Psammechinus tongrianus</i> Greg. <i>Parasalenia Fontannesii</i> Cott.

espèces d'Échinides dans le Néogène méditerranéen.

CLYPEASTROIDA.	CASSIDULOIDA.	SPATANGOIDA.
Disparition des genres <i>Scutella</i> et <i>Amphiope</i> . Le genre <i>Clypeaster</i> n'est plus représenté que par une espèce <i>Clypeaster ægyptiacus</i> Wright, dernier représentant du genre dans la Méditerranée. — En outre, d'après plusieurs auteurs, <i>Clypeaster altus</i> aurait persisté jusque dans le Néogène supérieur méditerranéen.	<i>Echinolampas Hoffmanni</i> Desor, dernier représentant du genre dans la Méditerranée avec : <i>Echinol. cythereus</i> Stefanini. <i>Echinol. algirus</i> Pom. (M. Stefanini considère que <i>E. Algirus</i> . Pom. n'est sans doute qu'une variété du <i>E. Hoffmanni</i> Des.).	<i>Schizaster astensis</i> Lamb. <i>Schizaster major</i> Desor. <i>Opissaster declivis</i> Pom. Nombreux Spatangues (<i>Spatangus purpureus</i> Müller, <i>Spatangus pauper</i> Pom., etc.) <i>Brissus Scillæ</i> Ag. <i>Brissopsis Borsonii</i> Sism. <i>Echinocardium Saccoi</i> Gauth.
<i>Echinocyamus pusillus</i> Müller. <i>Echinocyamus pliocenicus</i> Pom.	Néant.	<i>Brissopsis</i> et <i>Schizaster</i> . <i>Schizaster astensis</i> Lamb. <i>Schizaster major</i> Desor. <i>Schizaster maurus</i> Pom. <i>Brissopsis intermedius</i> Sism. <i>Brissopsis pliocenicus</i> Lamb. <i>Brissopsis papiolensis</i> Lamb.
<i>Echinocyamus umbonatus</i> Pom., <i>E. strictus</i> Pom. Ni Scutelles, ni Amphiope. Quelques Clypeâstres : <i>Clypeaster simus</i> , Pom., <i>Cl. sinuatus</i> Pom., <i>Clypeaster subconicus</i> .	<i>Echinolampas oranensis</i> Pom. (<i>Hypsoclypus</i>). <i>Echinolampas latus</i> Pom. (<i>Hypsoclypus</i>), etc. Les genres <i>Pliolampas</i> , <i>Milletia</i> , <i>Tristomanthus</i> ne sont plus représentés.	<i>Schizaster sahelensis</i> Pom. et var. <i>attenuatus</i> , <i>Trachyaster globulus</i> , Pom. <i>Opissaster polygonalis</i> Pom. Nombreux <i>Brissopsis</i> : <i>Brissopsis depressus</i> Pom., <i>Brissopsis sahelensis</i> Pom. Nombreux <i>Spatangus</i> , ex. : <i>S. oranensis</i> Pom., <i>S. sahelensis</i> Pom.
Divers <i>Echinocyamus</i> . <i>Scutella Almerai</i> Lamb., <i>Scut. vindobonensis</i> Laube. <i>Amphiope Sarasini</i> Lamb. Clypeâstres nombreux atteignant d'énormes dimensions (<i>Cl. altus</i> Kl., <i>Cl. tauricus</i> Des.). Parmi les PLATYPLEURA, <i>Cl. marginatus</i> Lmk.; parmi les OXYPLEURA, <i>Cl. acuminatus</i> Des.; parmi les BUNACTIS, <i>Cl. grandiflorus</i> Bronn.	<i>Pliolampas</i> , <i>Milletia</i> , <i>Tristomanthus</i> . <i>Echinolampas</i> de grande dimension : <i>E. doma</i> Pom. var. <i>Pignatarii</i> Airagh., <i>E. hemisphæricus</i> Lmk. de grande taille, <i>E. amplius</i> Fuchs. D'autres <i>Echinolampas</i> de dimensions moyennes, ex. : <i>E. Wrighti</i> Greg.	<i>Schizaster</i> ex. : <i>Schiz. Karreri</i> Laube. <i>Opissaster Lovisatoi</i> Lamb. <i>Agassizia Zitteli</i> Fuchs. <i>Brissus oblongus</i> Forbes, <i>B. ægyptiacus</i> Gauth. <i>Brissopsis Duciei</i> Wr., etc.
<i>Scutella helvetica</i> May., <i>S. Depereti</i> Lamb., <i>S. Deydieri</i> Lamb., <i>S. Jacquemeti</i> de Lor. <i>Amphiope bioculata</i> Desm., <i>A. styriaca</i> Høernes, etc.	Rares ou absents.	Rares ou absents.
Néant.	Néant.	<i>Toxopatagus italicus</i> Manz. et Mazz., <i>Phormosoma Lovisatoi</i> Lamb. <i>Heterobrissus</i> , <i>Linopneustes</i> , <i>Schizaster</i> , <i>Pericosmus</i> , <i>Spatangus</i> (<i>S. austriacus</i> Laube), <i>Dictyaster</i> , <i>Brissopsis</i> (<i>B. ottmanensis</i> Høernes, etc.).
<i>Scutella paulensis</i> Ag., <i>S. striatula</i> de Serres, <i>S. tarraconensis</i> , de grande taille, à ambulacres développés. <i>Amphiope elliptica</i> Des. Clypeâstres appartenant à diverses sections. $\left\{ \begin{array}{l} \text{PLATYPLEURA, ex. : } C. \text{ scutellatus de Serres, etc.} \\ \text{BUNACTIS, ex. : } C. \text{ Scillæ Desm., etc.} \\ \text{PLIOPHYMA, ex. : } C. \text{ petalodes Pom.} \\ \text{OXYPLEURA, ex. : } C. \text{ petasus Pom.} \end{array} \right.$	Nombreux <i>Echinolampas</i> (<i>E. scutiformis</i> Leske, <i>E. plagiosomus</i> Ag. <i>E. hemisphæricus</i> Lmk etc.). Apparition des <i>Pliolampas</i> et des <i>Milletia</i> . <i>Tristomanthus Mesleii</i> Gauth. <i>Pliolampas Gauthieri</i> Cott. <i>Milletia Vassali</i> Wright. <i>Echinoneus Thomasi</i> Per. et Gauth.	<i>Schizaster eurynotus</i> Ag. <i>Schizaster Desori</i> Wr., etc. Plusieurs <i>Opissaster</i> (<i>O. Scillæ</i> Wr., <i>O. Colteui</i> Wr., etc.). <i>Pericosmus latus</i> Ag. <i>Macropneustes</i> non typiques (<i>Schizobrissus</i> Pom.). <i>Brissopsis crescenticus</i> Wr. <i>Brissus</i> , <i>Lovenia</i> , <i>Moiræ</i> , etc. Plusieurs <i>Euspatangus</i> et <i>Spatangus</i> . — <i>Echinocardium depressum</i> Ag.
Scutelles à ambulacres courts, marges très développées, de grande taille (<i>S. melitensis</i> Air.; <i>S. Michaleti</i> Lamb.). D'autres constituent un groupe différent (<i>S. subrotundaformis</i> Schaur.) qui se développera ultérieurement. Amphiope du type primitif à lunules axiales (<i>A. Boulei</i>). Les Clypeâstres ont un test peu élevé, les bords deviennent relativement épais (<i>C. scutum</i> Laube, <i>C. placenta</i> Mich., etc.).	Les <i>Echinolampas</i> sont nombreux dans les couches de Schio (<i>E. bathystoma</i> Oppenh., <i>E. scurellensis</i> Oppenh., <i>E. discus</i> Des., etc.). <i>Echinoneus</i> fait son apparition (<i>E. cyclostomus</i> var. <i>Haugi</i> nov.).	<i>Schizaster</i> de taille petite ou moyenne. <i>Pericosmus monteivallensis</i> Schaur. <i>Brissus</i> de petite taille. <i>Brissolampas conicus</i> Dames. <i>Spatangus euglyphus</i> Laube. <i>Echinocardium Oppenheimi</i> Lamb.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

DES PRINCIPAUX OUVRAGES ET TRAVAUX OÙ SE TROUVENT DÉCRITS, FIGURÉS, DISCUTÉS OU CITÉS LES ÉCHINIDES NÉOGÈNES DU BASSIN MÉDITERRANÉEN.

OUVRAGES GÉNÉRAUX, PROVENANCES DIVERSES.

1. 1622. — CHIOCCO. Museum Francisci Calceolarij junior im Veronensis a Benedicto Ceruto inceptum et ab Andrea Chiocco perfectum. Vol. in-4^o, fig. Veronæ. (Figure un *Tripneustes* fossile du Vicentin, *T. saxeus* Chiocco.)
2. 1670. — SCILLA. La vana speculazione disingannata dal senso. Lettera risponsiva circa i corpi marini, che petrificati si trovano in varii luoghi terrestri. Vol. in-8^o, 168 p., 28 pl. Napoli.
3. 1719. — MERCATI. Metallotheca Vaticana. Vol. in-fol., 378 p., index et appendice de 53 p. Rome. (Figure, sous le nom de *Cucurbites*, sive *Echinites floridus*, vel species prima *cryptopetra*, un Clypeastre fossile de San Quirici, près Sienne en Etrurie, dont Klein fait son *Scutum angulare altum* devenu le *Clypeaster altus* Klein).
4. 1732. — BREYNIUS. De Echinis et Echinitis sive Methodica Echinorum Distributione Schediasma Vol. in-4^o, 64 p. (Échinides, p. 49-64), 7 pl. Gedani. (L'auteur reconnaît les genres *Echinometra*, *Echinoconus*, *Echinocorys*, *Echinanthos* (sic), *Echinospatagus*, *Echinobrissus*, *Echinodiscus*.)
5. 1734. — KLEIN. Naturalis dispositio Echinodermatum : Accessit lucubrationcula de aculeis Echinorum marinarum, cum spicilegio de Belemnitis. Vol. in-8^o, 37 pl.
6. 1747. — SCILLA. De corporibus marinis lapidescentibus quæ defossa reperiuntur. Vol. in-4^o, 78 p., 28 pl. Rome. (Traduction latine de la première édition.)
7. 1754. — KLEIN. Ordre naturel des oursins de mer et fossiles avec des observations sur les piquants des oursins de mer et quelques remarques sur les Bélemnites. Vol. in-8^o, 234 p., 28 pl. Paris. (Traduction française de la première édition.)
8. 1750-1773. — WALCH et KNORR. Lapidex celeberrimorum virorum sententia diluvii universalis testes. 4 vol. in-fol. Nuremberg. (2^e partie, 1^{re} livr., pl. E. V, fig. 1, 2 : *Clypeaster intermedius*, pl. E. III, fig. 1 : *Schizaster Desori*, pl. E. 3, fig. 2 : *Brissus* ; 3^e partie (supplément), p. 215, pl. IX d, fig. 1 : *Clypeaster campanulatus*.)
9. 1775. — WALCH et KNORR. Recueil des Monumens des Catastrophes que le globe de la terre a essuies. 4 vol. in-fol. Nuremberg. (Traduction française du précédent ouvrage.)
10. 1778. — LESKE. Addit. ad Kleini naturalem dispositio Echinodermatum. Accesserunt lucubrationcula de aculeis Echinorum marinarum et spicilegium de belemnitis. Vol. in-4^o, 278 p., 54 pl. Lipsiæ.
11. 1791. — BRUGUIÈRES. Histoire naturelle des Vers Échinodermes in Encyclopédie méthodique. Vol. in-4^o pl. 131-159.
12. 1796. — GMELIN in LINNÉ. Caroli Linnei Systema naturæ. Editio XIII, cura J. Frid. Gmelin. Vol. in-8^o, 476 p., Lugduni. (Échinides fossiles, p. 394-398.) (Consulter également les éditions antérieures et postérieures).
13. 1811. — PARKINSON. Organic Remains of a former World. Vol. in-4^o, t. III, ch. II, III, IV, V, p. 8-47, pl. I-IV.

14. 1820. — SCHLOTHEIM (von). Die Petrefactenkunde. Vol. in-8°, introduction de 52 pages, texte 437 p., 29 pl. (Échinides, p. 309-324.)
15. 1816-1830. — *Dictionnaire des Sciences Naturelles* par plusieurs professeurs du Jardin du Roi et des principales Écoles de Paris (articles de BRONGNIART, DE BLAINVILLE, DEFRANCE, DESMAREST).
16. 1826-1833. — GOLDFUSS (A.). Petrefacta Germaniæ, 1^{re} partie (Échinides, p. 115-161, pl. XXXIX-L). In-fol. Dusseldorf.
17. 1834. — BLAINVILLE (DE). Manuel d'Actinologie ou de Zoophytologie. Vol. in-8° (texte), 694 p. et atlas in-8°, 100 pl.
18. 1835. — DESMOULINS. Mémoire sur les Échinides. *Act. Soc. Linn. de Bordeaux*, t. VII, p. 167-245 et p. 315-432, 3 pl., 2 tableaux.
19. 1840. — AGASSIZ (L.). Catalogus systematicus Ectyporum Echinodermatum fossilium musei neocomensis, secundum ordinem zoologicum dispositus; adjectis synonymis recentioribus, nec non stratis et locis in quibus reperiuntur. Sequuntur characteres diagnostici generum novorum vel minus cognitorum. Br. in-4°, 20 p., Neuchatel.
20. 1840. — LAMARCK (DE). Histoire naturelle des Animaux sans vertèbres (2^e édition par Deshayes et Milne-Edwards). Échinides au tome III, p. 263-394. — La première édition parut de 1815 à 1822 ; le tome III relatif aux Échinides parut en 1816.
21. 1841. — AGASSIZ (L.). Monographies d'Échinodermes. Scutelles. Vol. in-4°, 151 p., 33 pl.
22. 1846-1847. — AGASSIZ (L.) et DESOR. Catalogue raisonné des familles, des genres et des espèces de la classe des Échinodermes. *Ann. des Sciences Nat.* (3), Zoologie, t. VI, p. 305-374, pl. XV et XVI (1846) ; t. VII, p. 129-168 (1847) ; t. VIII, p. 355-380 (1847).
23. 1848-1849. — BRONN (H. G.). Index palæontologicus. 2 vol. in-8° : t. I, Nomenclator palæontologicus, 1381 p. ; t. II, Enumerator palæontologicus (*Echinidæ*, p. 186-204). Stuttgart.
24. 1850. — ORBIGNY (A. D'). Prodrome de Paléontologie stratigraphique universelle, t. III. Vol. in-8°, 189 p. Paris, Masson.
25. 1851. — PHILIPPI. Ueber *Clypeaster altus*, *Cl. turritus* und *Cl. Scillæ*. Palæontographica, vol. I, p. 321-323, pl. 38, 39, 40.
26. 1853-1856. — BRONN et RÖMER. Lethæa geognostica oder Abbildung und Beschreibung der für die Gebirgs-Formationen bezeichnendsten Versteinerungen, t. III (*Echinidæ*, p. 321-346). Vol. in-8° et Atlas in-fol., pl. 36, 36₁, 36₂.
27. 1857. — PICTET. Traité de Paléontologie (2^e édition), t. IV (Échinides, p. 181-260). Vol. in-8° et Atlas in-4°, pl. 93-97.
28. 1858. — DESOR. Synopsis des Échinides fossiles. Texte et Atlas, 2 vol. in-8°, 490 p., 44 pl.
29. 1861. — MICHELIN. Monographie des Clypeâstres fossiles. *Mém. Soc. Géol. Fr.* (2), t. VII, p. 101-147, pl. 9-36.
30. 1862. — DUJARDIN et HUPÉ. Suites à Buffon. Histoire naturelle des Zoophytes Échinodermes. Vol. in-8°, 652 p., 10 pl.
31. 1868. — POMEL (A.). Observations sur la classification des Échinides, pour servir d'introduction à la description des Échinodermes fossiles tertiaires de l'Algérie occidentale. *C. R. A. S.*, t. LXVII, p. 302-305 (crée le genre *Trachyspatagus*, caractérisé par des pétales sublinéaires).
32. 1868. — POMEL (A.). Observations sur la classification des Échinodermes pour servir d'introduction à l'étude des fossiles.
33. 1872-1875. — QUENSTEDT (F. A.). Petrefactenkunde Deutschlands, t. III : Échinodermen. Vol. in-8°, 720 p. (1874) ; Atlas in-4° (Échinides, pl. 62-89). Leipzig.
34. 1879. — BELL. On the species of the genus *Brissus* and on the allied formes *Meoma* and *Metalia*. *Proc. Zool. Soc. London*, p. 249-255.
35. 1876-1880. — ZITTEL, Handbuch der Palæontologie. — Cet ouvrage a été traduit en français par M. C. Barrois, en 1883. T. I. (*Echinoidea*, p. 467-565).
36. 1883. — FUCHS (TH.). Welche Ablagerungen haben wir als Tiefseebildungen zu betrachten? — *Neues Jahr buch für Min. Geol. und Pal.*, t. II, p. 487-584. (Dit que les Échinides de grande taille tels que *Clypeaster Conoclypeus*, *Pygurus* et *Clypeus* sont essentiellement néritiques, tandis que les *Ananchytes*, *Pourtalé-siens* et *Galerites* caractérisent les formations profondes.)
37. 1885. — FUCHS (TH.). Die Versuche einer Gliederung des unteren Neogen im Gebiete des Mittelmeeres.

- Zeitsch. Deutsch. geol. Ges.*, Bd. XXXVII, p. 131-172. (Donne un tableau et la répartition géographique des Échinides appartenant au premier étage méditerranéen.)
38. 1885. — MUNIER-CHALMAS. Observations sur l'appareil apical de quelques Échinides crétacés et tertiaires. *C. R. A. S.*, t. CI, p. 1074-1077.
39. 1885. — POMEL (A.). Paléontologie ou description des animaux fossiles de l'Algérie, 2^e fascicule (Échinodermes) contenant : 1^o Généralités, 2^o Classification méthodique et genera, 3^o Atlas. Vol. in-4^o, 132 p. Alger, Jourdan.
40. 1888. — POMEL (A.). Notes d'Echinologie synonymique. *B. S. G. F.* (3), t. XVI, p. 441-453.
41. 1888. — PROUHO (H.). Recherches sur le *Dorocidaris papillata* et quelques autres Échinides de la Méditerranée (Thèse Fac. Sc. Paris). *Arch. Zool. exp.* (2), vol. V, 172 p., pl. XIV-XXVI.
42. 1889. — DUNCAN (A.). Revision of the genera and great groups of the Echinoidea. *Journ. Linn. Soc. London* (Zoology), vol. XXIII.
43. 1891. — LAMBERT (J.). Note sur le genre *Echinocyamus* van Phelsum, 1774. *B. S. G. F.* (3), t. XIX, p. 749-752.
44. 1858-1893. — COTTEAU. Échinides nouveaux ou peu connus. — Première série (1858-1880), vol. in-8^o, 232 p., 32 pl. (*in Revue et Magazine de Zoologie*). — Deuxième série (1882-1893), vol. in-8^o, 185 p., 24 pl. (*in Bull. Soc. zool. de France*).
45. 1887-1894. — GAUTHIER (V.). Articles d'analyses critiques *in Annuaire géologique universel*. Paris, Dagincourt.
46. 1893-1894. — WALTHER (J.). Einleitung in die Geologie als historische Wissenschaft (2^e partie, 1893). Die Lebensweise der Meeresthiere. Beobachtungen über das Leben der geologisch wichtigen Thiere (Echinoidea, p. 312-330). Vol. in-8^o. Iéna.
47. 1895. — BERNARD (F.). Éléments de Paléontologie. Vol. in-8^o, 1168 p. (Échinides, p. 256-312, fig. 107-147). Paris, Baillière.
48. 1895. — ZITTEL. Grundzüge der Paläontologie. — La troisième édition, par Broili, parue en 1910. Vol. I, Invertebrata (Echinoidea, p. 209-244).
49. 1896. — LORIOLO (DE). Description des Échinodermes tertiaires du Portugal. Vol. in-4^o, 50 p., 1 tableau, 13 pl.
50. 1897. — GAUTHIER (V.). Observations sur le genre *Arbacina* Pomel. *B. S. G. F.* (3), t. XXV, p. 839-841, pl. XXIV, fig. 9-13.
51. 1897. — MAYER-EYMAR (C.). Revision der formenreihe des *Clypeaster altus*. *Vierteljahrssch. der Naturforsch. Ges. in Zurich*, XLII, p. 43-53. (Voir également *Arch. des sc. physiques et nat.* (4), t. III, p. 147-154.)
52. 1900. — LAPPARENT (DE). *Traité de Géologie* (4^e édition), t. III, p. 1513-1569. Paris, Masson.
53. 1902. — CHECCHIA (G.). Osservazioni sull' apparecchio apicale di alcuni Echinidi appartenenti alla famiglia degli *Spatangidae*. *Boll. della Soc. Zool. Ital.* (3), ann. XI, 4 p., 4 fig.
54. 1902. — OPPENHEIM. Nachtrag zu meinem Aufsatz Revision der tertiären Echiniden Venetiens und der Trentino unter Mittheilung neuer Formen. *Zeitschr. der deutsch. geol. Gesellsch.*, Bd. LIV (Briefl. Mitth., p. 66-71). (Discussion relative à *Scutella striatula* de Serres et diverses autres observations.)
- 54 bis. 1902. — LORIOLO (DE). Notes pour servir à l'étude des Échinodermes, fasc. X. Br. in-4^o.
55. 1903. — DELAGE et HÉROUARD. *Traité de Zoologie concrète*, t. III : les Échinodermes. Vol. in-8^o, 495 p., 53 pl. Paris, Reinwald et Schleicher.
56. 1903. — TORNQUIST. Die Beschaffenheit des apikalfeldes von *Schizaster* und seine geologische Bedeutung. *Zeitschr. deutsch. geol. Gesellsch.*, LV, p. 375-392, pl. XV.
57. 1894-1904. — BATHER (F.-A.). A Record of and Index to the Literature of Echinoderma (*in Zoolog. Record*), continué à partir de 1895 par MARGARET GRANT, etc.
58. 1906. — LAPPARENT (DE). *Traité de Géologie* (5^e édition), t. III, p. 1580-1654. Paris, Masson.
59. 1907. — FOURTAU (R.). Note sur le *Schizaster gibberulus* L. Agassiz et observations sur le genre *Schizaster* L. *Ag. Bull. Inst. Egypt.* (5), t. I, p. 189-204.
60. 1907. — LAMBERT (J.). Recherches sur le genre *Amphiope*. *Bull. Soc. Sc. de Béziers*, 14 p., 1 tableau.
61. 1911. — HAUG (E.). *Traité de Géologie*, t. II : les Périodes géologiques. Fasc. III, ch. XL : Période Néogène, p. 1599-1759. Paris, Colin.
62. 1911. — STEFANINI (G.). Osservazioni sulla distribuzione geografica, sulle origini e sulla filogenesi degli Scutellidae. *Boll. Soc. Geol. It.*, vol. XXX, p. 739-754.

63. 1911. — COTTREAU (J.). Fiche relative au *Spatangus delphinus* DeFr. *Palæontologia universalis*, série III, fasc. 3.
64. 1912. — STEFANINI (G.). Contributo degli studi echinologici ad alcuni problemi di Paleogeografia. *Riv. geograf. it.*, 19^e année, 12 p.
65. 1909-1913. — LAMBERT (J.) et THIÉRY (P.). Essai de Nomenclature raisonnée des Échinides. Fasc. I (1909), fasc. II et III (1910) (en cours de publication).
66. 1897-1913. — LAMBERT (J.). Articles d'analyses in: *Revue critique de Paléozoologie*, publiée sous la direction de M. Cossmann.

ALBANIE

- 66 bis. — MARTELLI (A.) et NELLI (B.). Il Miocene medio e superiore di Valona in Albania. *Boll. Soc. Geol. It.*, XXIX, p. 513-551, pl. XI. (Citent *Psammechinus calarensis* Cott. dans le Miocène moyen.)

ALGÉRIE

67. 1849-1854. — FOURNEL (H.). Richesse minérale de l'Algérie. 2 vol. in-4^o avec Atlas. Paris, Impr. Nationale.
68. 1854. — BAYLE et VILLE. Notice géologique sur les provinces d'Alger et d'Oran. *B. S. G. F.* (2), t. XI, p. 499-515.
69. 1857. — VILLE. Notice minéralogique sur les provinces d'Alger et d'Oran. Vol. in-4^o, 349 p., 85 fig. Paris, Impr. Impériale.
70. 1858. — POMEL (A.). Sur l'âge géologique du système du Vercors (note extraite d'une lettre à Élie de Beaumont). *C. R. A. S.*, t. XLVII, p. 479-481. (Cite en Algérie *Clypeaster marginatus* et *Clypeaster altus*.)
71. 1866. — BROSSARD. Essai sur la constitution physique et géologique des régions méridionales de la subdivision de Sétif. *Mém. Soc. Géol. Fr.* (2), t. VIII, p. 177-288. (Cite dans le Falunien *Clypeaster altus* Lmk.)
72. 1867. — PERON. Sur la constitution géologique des montagnes de la grande Kabylie. — Sur les roches du massif d'Alger et d'autres points du littoral africain. *B. S. G. F.* (2), t. XXIV, p. 627-652, 1 fig.
73. 1870. — NICAISE. Catalogue des animaux fossiles observés dans les terrains de transition, secondaires, tertiaires et quaternaires de la province d'Alger. *Bull. Soc. de Climatologie d'Alger*, 136 p. (Échinodermes, p. 93, 94, 121.)
74. 1883. — PERON. Essai d'une description géologique de l'Algérie pour servir de guide aux géologues dans l'Afrique française. *Ann. Sc. Géol.*, t. XIV, 199 p., fig.
75. 1885-1887. — POMEL. Paléontologie ou Description des animaux fossiles de l'Algérie (province d'Oran) : Zoophytes, Échinodermes. 1^{re} livraison contenant Généralités, Classification méthodique et genera, atlas, parue en 1885. Vol. in-4^o, 132 p., 1 pl. ; atlas de 77 pl. — 2^e livraison parue en 1887. Vol. in-4^o, 340 p. Alger, Fontana. (Un certain nombre de planches représentant des espèces nouvelles n'ont jamais paru.)
76. 1888. — WELSCH (J.). Sur les différents étages pliocènes des environs d'Alger. *B. S. G. F.* (3), t. XVII, p. 125-145.
77. 1888. — WELSCH (J.). Le terrain pliocène de la vallée de l'Oued Nador. *B. S. G. F.* (3), t. XVI, p. 881-902.
78. 1889. — CARRIÈRE (G.). Études stratigraphiques concernant le département d'Oran. *A. F. A. S.* (Congrès de Paris), p. 390-403.
79. 1890. — POMEL (A.). Explication de la deuxième édition de la carte géologique provisoire de l'Algérie au 1/800.000^e. Vol. in-4^o (Néogène, p. 141-188). Alger, Fontana.
80. 1891. — COTTEAU, PERON et GAUTHIER. Échinides fossiles de l'Algérie. Description des espèces déjà recueillies dans ce pays et considérations sur leur position stratigraphique. Fasc. X, Étages Miocène et Pliocène. Vol. in-8^o, 265 p., 8 pl. Paris, Masson.
81. 1891. — FICHEUR (E.). Description stratigraphique de la Kabylie du Djurjura. Étude détaillée des terrains tertiaires (Serv. Carte Géol. de l'Algérie). Vol. in-4^o, 470 p., 2 cartes.
82. 1891. — WELSCH (J.). Miocène des environs de Tiaret. *B. S. G. F.* (3), t. XIX, p. 414-425.
83. 1892. — DÉPÉRET (C.). Sur les formations néogènes de l'Algérie et du Sud-Est de la France. *B. S. G. F.* (3), t. XX. Compte rendu sommaire, p. XII-XV.
84. 1892. — POMEL (A.). Sur la classification des terrains miocènes de l'Algérie et réponse aux critiques de

- M. Peron. *B. S. G. F.* (3), t. XX, p. 166-174. (Dit que *Clypeaster marginatus*, cité dans le Cartennien d'Algérie, résulte certainement d'une erreur de détermination du *Clypeaster confusus*.)
85. 1894. — BRIVE (A.). Terrains miocènes de la région de Carnot (Algérie). *B. S. G. F.* (3), t. XXII, p. 17-29, 6 fig.
86. 1894. — REPELIN. Sur la constitution géologique du massif des Soumata et d'Hamam Rirha (Algérie). *B. S. G. F.* (3), t. XXII, p. 7-16, 6 fig.
87. 1895. — BRIVE (A.). Note sur les terrains pliocènes du Dahra (Algérie). *B. S. G. F.* (3), t. XXIII, p. 592-600.
88. 1895. — REPELIN (J.). Étude géologique des environs d'Orléansville (thèse Fac. Sc. de Paris). Vol. in-4°, 202 p., 3 pl., 1 carte.
89. 1895. — WELSCH (J.). Études sur les subdivisions du Miocène de l'Algérie. *B. S. G. F.* (3), t. XXIII, p. 271-287.
90. 1896. — DÉPÉRET. Réflexions au sujet des formations tertiaires d'Algérie visitées par la Société géologique. *B. S. G. F.* (3), t. XXIV, p. 1115-1124.
91. 1897. — BRIVE (A.). Les terrains miocènes du bassin du Chélif et du Dahra (thèse Fac. Sc. Lyon). Vol. in-4°, 137 p., 6 fig., 11 pl.
92. 1902. — GENTIL (L.). Esquisse stratigraphique et pétrographique du bassin de la Tafna (Algérie) (thèse Fac. Sc. Paris). Vol. in-8°, 536 p., 121 fig., 5 pl. (Échinides néogènes cités p. 314, 315, 349, 351).
93. 1905. — SAVORNIN (J.). Structure du Djebel Maâdid et du Talemtaga. *B. S. G. F.* (4), t. IV, p. 137-155. 1 carte.
94. 1905. — FICHEUR et SAVORNIN. Sur les terrains tertiaires de l'Ouennougha et de la Medjana (Algérie). *C. R. A. S.*, t. CI, p. 148-150.
95. 1905. — SCHAFFER (F. X.). Geologische Beobachtungen im Miocänbecken des westlichen Algiers. *Verh. k. k. geol. Reichsanst.*, p. 293-297, 1 fig.
96. 1908. — JOLEAUD (L.). Esquisse comparative des séries miocènes de l'Algérie et du Sud-Est de la France. *B. S. G. F.* (4), t. VIII, p. 284-294. (Range les grès à *Amphiope palpebrata* Pomel dans le Rupélien.)

ALLEMAGNE DU SUD

(Wurtemberg, Bavière, Souabe.)

97. 1859. — SCHILL (J.). Die Tertiär und Quartärbildungen am nordlichen Bodensee und im Höhgau. *Jahresh. des Ver. f. vaterl. Naturkunde in Württemberg*, t. XV, p. 129-254.
98. 1877. — MILLER (K.). Das Molassemeer in der Bodenseegegend. *Schr. des Ver. für Geschichte des Bodensee und seiner Umgebung*. Heft VII, 78 p., 4 pl., 1 carte.
99. 1879. — PROBST (J.). Verzeichniss der Fauna und Flora der Molasse im Württembergischen Oberschwaben. *Jahresh. des Ver. f. vaterl. Naturkunde in Württemberg*, t. XXV, p. 221-304.
100. 1887. — GUMBEL (C. W.). Die miocänen Ablagerungen im oberen Donaugebiete. *Sitzungsber. d. math. phys. C. der K. B. Ak. der Wissenschaften zu München*, Bd. XVII, p. 221-325.
101. 1903. — SCHUTZE (E.). Die Meeresmolasse in Oberschwaben. *Jahresh. des Ver. f. vaterl. Naturkunde in Württemberg*, t. LVIII (Sitzungsber.), p. LV-LVII.
102. 1904. — SCHUTZE. Die Fauna der schwäbischen Meeresmolasse. I Theil : Spongien und Echinodermen. *Mitteil. aus dem Kgl. Natural. Kabinett zu Stuttgart*, 40 p., 4 pl. (extrait).
103. 1904. — SCHUTZE. Die Fauna der schwäbischen Meeresmolasse. I Theil : Spongien und Echinodermen. *Jahresh. des Ver. f. vaterl. Naturk. in Württemberg*, p. 147-188, pl. II-V.

ARMÉNIE ET PERSE

104. 1859. — ABICH (H.). Ueber das Steinsalz und seine geologische Stellung im russischen Armenien. *Mém. Ac. Imp. des Sc. de Saint-Petersbourg* (6), Sciences Math. et Phys., t. VII, p. 61-150.
105. 1879. — FUCHS (TH.). Ueber die von Dr E. Tietze aus Persien mitgebrachten Tertiärversteinerungen. *Denkschr. d. math. naturw. Cl. d. k. k. Ak. d. Wiss.*, t. XLI, p. 99-108, 6 pl.
106. 1880. — FUCHS (TH.). Ueber einige tertiäre Echiniden aus Persien (nachtrag zu den von Dr E. Tietze

aus Persien mitgebrachten Tertiärversteinerungen). *Sitzungsber. d. kais. Ak. d. Wissensch.* (Math. Naturw. Cl.), t. LXXXI (1 Heft), p. 97-100, 1 pl.

107. 1882. — ABICH (H.). Geologische Forschungen in den kaukasischen Ländern. Abth. II, Geologie des Armenischen Hochlandes. Vol. in-4°, 478 p., 49 fig., 19 pl., 5 cartes.
108. 1899. — GREGORY (J. W.), in GUNTHER (R. T.). Contributions to the Natural History of Lake Urmi. N. W. Persia and its Neighbourhood. — Fossil Echinoidea of Lake Urmi. *Journ. of the Linn. Soc.* (Zoology), vol. XXVII, p. 419-424, pl. XXVIII, fig. 1, 2.

ASIE MINEURE
(Cilicie, Syrie.)

109. 1848. — HAUER (F. V.). Ueber eine Reihe von fossilen Thierresten, aus den Ordnungen der Mollusken, Radiaten und Polyparien, die Herr Russegger aus Egypten und Syrien mitgebracht.
110. 1850. — TCHIHATCHEFF (P. DE). Sur les dépôts sédimentaires de l'Asie Mineure (Miocène). *B. S. G. F.* (2), t. VII, p. 416.
111. 1854. — TCHIHATCHEFF (P. DE). Dépôts tertiaires d'une partie de la Cilicie. *B. S. G. F.* (2), t. XI, p. 366-393.
112. 1866-1869. — ARCHIAC (D') in TCHIHATCHEFF. Asie Mineure. Description physique de cette contrée. Paléontologie, p. 306-311. Atlas, pl. VII, VIII, XVIII.
113. 1890. — BLANCKENHORN. Das marine Miocän in Syrien. *Denkschr. der kais. Ak. des Wissensch. Wien*, t. LVII, p. 591-620, 3 fig.
114. 1891. — BLANCKENHORN. Das marine Pliocän in Syrien. *Sitzb. d. Phys. Mediz. Societat in Erlangen*, t. XXIV, p. 23.
115. 1901. — SCHAFFER (F.). Beiträge zur Kenntniss des Miocänbeckens von Cilicien. *Jahrb. Geol. Reichsanst.*, t. LI, p. 41-74, pl. III.
116. 1901. — TOULA. Eine marine Neogenfauna aus Cilicien. *Jahrb. Geol. Reichsanst.*, t. LI, p. 247-264, pl. VIII (fig. 1, 2, 3).
117. 1902. — SCHAFFER (F.). Geographische Erläuterung zu: « Eine marine Neogenfauna aus Cilicien ». *Verhandl. d. k. k. Geol. Reichsanst.*, p. 77-80. (Assimile *Brissopsis anatolica* Toulà à *Brissopsis* cf. *Nicoleti* Des.).
118. 1903. — SCHAFFER (F. X.). Cilicia. Peterm. Mittheil. Erg. Heft 141, 110 p., 1 carte géol.

AUTRICHE-HONGRIE

119. 1860. — REUSS (A. E.). Die marinen Tertiärschichten Böhmens und ihre Versteinerungen. *Sitzungsber. Ak. Wiss.*, t. XXXIX, p. 207-285, 8 pl. (Échinides, p. 222, 223, pl. III, fig. 3, 3 a, fig. 4 a).
120. 1866. — SUSS (E.). Untersuchungen über den Charakter der österreichischen Tertiärablagerungen. — I, Ueber die Gliederung der tertiären Bildungen zwischen dem Mannhart, der Donau und dem ausseren Saume des Hochgebirges. *Sitzungsber. k. Ak. Wiss. Wien*, Bd. LIV (I Abt.), p. 87-149. — II, Ueber die Bedeutung der sogenannten « brackischen Stufe » oder der « Cerithienschichten ». *Id.*, p. 218-257.
121. 1867. — STACHE (G.). Die geologischen Verhältnisse der Fundstätte des *Halitherium*-Skelettes bei Hainburg an der Donau. *Verh. d. k. k. Geol. Reichsanst.*, Bd. I, p. 143.
122. 1871. — LAUBE. Die Echiniden der Oesterreich-Ungarn Obertertiären Ablagerungen. *Abhandl. d. k. k. Geol. Reichsanst.*, t. V, p. 55-74, pl. XVI-XIX.
123. 1875. — HERNES (R.). Die Fauna des Schliers von Ottmang. *Jahrb. d. k. k. Geol. Reichsanst.*, vol. XXV (Echinodermen, p. 384-391, pl. XII (fig. 3, 4) et pl. XV).
124. 1877. — LÓCZY (L.). Einige Echiniden aus den Neogen-Ablagerungen des Weissen Korösthales. *Természetrazzi Füzetek*, Bd. I, p. 61-67, pl. V.
125. 1883. — HERNES (R.). Ein Beitrag zur Kenntniss der miocänen Meeres. Ablag. d. Steiermark. *Mitth. des naturwiss. Ver. für Steiermark*. Jahrgang 1882 (Abhandl.), p. 195-242, 1 pl.
126. 1884. — BITTNER (A.). Die Tertiär-Ablagerungen von Trifail und Sagor. *Jahrb. d. k. k. Geol. Reichsanst.*, t. XXXIV, p. 433-598.
- T. VI. — Fasc. 3.

127. 1887. — KOCH (A.). Die Echiniden der obertertiären Ablagerungen Siebenbürgens. *Orvos-Termész Ertesítő Med. Naturw. Mitth. zu Klausenburg*, t. IX, p. 255.
128. 1888. — NEMES (F. D.). Paläontologische Studien über das siebenbürgische Tertiär. *Orvos-Természettud Ertesítő-Kolozsvár*, Bd. X, p. 217.
129. 1891. — ROTH V. TELEGD (L.). Mediterrane Petrefacte von Felső-Esztergály. *Földt. Közl.*, t. XXI, p. 150, 151.
130. 1893. — LÖRENTHEY (E.). Bericht über die Resultate meiner geologischen Excursionen in Sommer 1891. *Orvos. Természettud Ertesítő Kolozsvár*, t. XV, p. 100.
131. 1897. — ROTH Y TELEGD. Die Randzone des siebenbürgischen Erzgebirges in der Gegend von Várfalva, Torockó und Hidas. *Jahresber. der Kgl. Ung. Geol. Anst. für 1897*, p. 67-103.
132. 1897. — SCHAFFER (F.). Der marine Tegel von Theben-Neudorf in Ungarn. *Jahrb. d. k. k. Geol. Reichsanst.*, XLVII, p. 535.
133. 1899. — PROCHÁZKA (V.-J.). Miocénové ostrovy y krasu Moravském (Miocene outliers in Moravia). *Rozp. Ceske Ak. Praze*, VIII. Mém. XLI, 38 p.
134. 1900. — FUCHS (Th.). Beiträge zur Kenntnis der Tertiärbildungen von Eggenburg. *Sitzungsber. der K. Ak. der Wissensch. Wien*, Math. Nat. Cl., Bd. CIX, Abt. I, p. 859-924, 6 fig., 1 pl.
135. 1900. — KOCH (A.). Die Tertiärbildungen des Beckens der Siebenburgischen Landestheile. II, Neogene Abtheilung. Vol. in-8°, 370 p., 50 fig., 3 pl. Budapest.
136. 1900. — PROCHÁZKA (V.-J.). Das Ostböhmisches Miocän. *Arch. Landesdj. Bohmen*, X, n° II, 174 p., fig. (Échinides, p. 74).
137. 1900. — TOULA. Ueber den marinen Tegel von Neudorf an der March (Dévény-Ujfalú) in Ungarn. *Verh. Ver. Presburg* (n. s.), XI, p. 3-30, fig.
138. 1902. — WAAGEN (L.). Ein Beitrag zur Geologie der Insel Veglia. *Verh. d. k. k. Geol. Reichsanst.*, p. 68-75.
139. 1905. — GAAL (S.). Beiträge zur Mediterranen Fauna des Osztroski-Vepor Gebirges. *Földt. Közl.*, t. XXXV, p. 338-365 (Échinides, p. 343, 344, 346, 357, 362).
140. 1906. — VADASZ (E.). Ueber die Obermediterrane Fauna von Budapest-Rakos. *Földt. Közl.*, Budapest XXXVI, p. 323-351, pl. X, fig. 2 a-c, 3 a, b, 4 a, b.
141. 1912. — SCHAFFER (F.-X.). Das Miocän von Eggenburg. Die Fauna der ersten Mediterranstufe des Wiener Beckens und die geologische Verhältnisse der Umgebung des Manhartsberges in Niederösterreich. *Abh. d. k. k. Geol. Reichs.*, XXII (Echiniden, p. 187-192, pl. LVIII-LX).
141. bis. 1913. — SCHAFFER (F.-X.). Geologischer Führer für Excursionen im Wiener Becken, III Teil. (Décrit et figure, entre autres, *Psammechinus extraalpinus* Schff.). Berlin, Bornträger.

BALÉARES

142. 1769. — ARMSTRONG. Histoire naturelle et civile de l'isle de Minorque traduite sur la deuxième édition anglaise (1^{re} édition parue en 1752). Vol. in-8°, 288 p., 2 pl. (Échinides à la pl. I). Amsterdam et Paris.
143. 1855. — HAIME (J.). Notice sur la géologie de l'île Majorque. *B. S. G. F.* (2), t. XII, p. 750.
144. 1867. — BOUVY (P.). Ensayo de una descripcion geologica de la isla de Mallorca.
145. 1879. — HERMITE (H.). Études géologiques sur les îles Baléares. Première partie: Majorque et Minorque (thèse Fac. Sc. Paris). Vol. in-8°, 357 p., 60 fig., 4 pl.
146. 1879. — VIDAL (L.). Excursion geologica por la isla de Mallorca. *Bol. Com. Geol. de España*, t. VI, p. 1-22.
147. 1888. — HERMITE (H.). Estudios geologicos de las islas Baleares-Mallorca y Menorca (traduction espagnole). *Bol. del Map. geol.*, t. XV, 241 p., 1 carte (Majorque et Minorque par Hermite; Ibiza et Formentera par Vidal).
148. 1898. — BOFILL Y POCH. Indicaciones sobre algunos Fosiles de la caliza blanca de Muro, isla de Mallorca. *Bol. y Mem. de la R. Acad. de Cienc. y Art. de Barcelona* (tercera epoca), vol. I, p. 391 (23 p.).
149. 1905. — HERNES (R.). Untersuchungen der jüngeren Tertiärgelände des westlichen Mittelmeergebietes (II, Reisebericht). *Sitzungsber. d. math. naturw. Kl. d. k. k. Ak. d. Wissensch.*, t. CXIV, p. 637-660.
150. 1906. — LAMBERT (J.). Description des Échinides fossiles de la province de Barcelone (2^e et 3^e parties). Échinides des terrains miocène et pliocène. *Mém. Soc. Géol. Fr.*, t. XIV, fasc. 2-3, p. 59-128, pl. V-IX.
151. 1910. — LAMBERT (J.) et COLLET (W.). *Clypeaster Ludovici Salvatoris* sp. nov. du Miocène de Majorque. *Mém. Soc. Pal. Suisse*, vol. XXXVI, 5 p., 1 pl.

BULGARIE

152. 1908. — ZLATARSKI (G.-N.). La série miocène en Bulgarie (texte en bulgare, résumé en français). *Periodichesko Spisanie*, t. LXVIII, p. 667-748.

CHYPRE

153. 1862. — GAUDRY. Géologie de l'île de Chypre. *Mém. Soc. Géol. Fr.* (2), t. VII, p. 149-314, 70 fig. 2 pl., 1 carte (Échinodermes, p. 300-301).
 154. 1905. — BATHER (J. W.). Présentation de *Clypeaster altus* var. *portentosus*, recueilli à Chypre par miss D. M. A. Bate. *Proceed. Geol. Soc. London*, p. V.
 155. 1905. — BELLAMY et J. BROWNE. The Geology of Cyprus. Br. in-8°, 72 p., 1 carte (Échinides par J. W. BATHER).

CORSE

156. 1848. — REQUIEN (E.). Catalogue des Coquilles de l'île de Corse. Br. in-8°, 110 p. (liste d'Échinides fossiles de Bonifacio, p. 95, 96).
 157. 1873. — LOCARD (A.). Sur la Faune des terrains tertiaires moyens de la Corse (observations de MM. Tournouer et Cotteau). *B. S. G. F.* (3), vol. I, p. 236-242.
 158. 1875. — HOLLANDE (D.). Note sur les terrains tertiaires de la Corse. *B. S. G. F.* (3), t. IV, p. 34-43.
 159. 1877. — COTTEAU. Observations sur les fossiles des terrains tertiaires moyens de la Corse, et notamment sur les Échinides. *B. S. G. F.* (3), t. VI, p. 74.
 160. 1877. — COTTEAU, in LOCARD. Description de la faune des terrains tertiaires moyens de la Corse. Échinides par Cotteau. Vol. in-8°, 374 p., 17 pl. (Échinides, p. 227-335, pl. VIII-XVII). Voir également *Bull. Soc. d'Agr., Hist. Nat. et Arts Ut.* de Lyon.
 161. 1878. — HOLLANDE (D.). Géologie de la Corse (thèse). *Ann. Sc. Géol.* t. IX, 114 p., pl. VIII-XII (carte).
 162. 1886. — PERON. Description du terrain tertiaire du sud de l'île de Corse. *A. F. A. S.*, vol. XV (Nancy), 25 p., 1 carte.
 163. 1901. — BRIVE (A.). Sur le parallélisme des terrains miocènes de Corse et d'Algérie. *A. F. A. S.*, vol. XXX (Ajaccio), p. 118.
 164. 1905. — AIRAGHI. Appunti d'Echinologia fossile. *Att. d. Soc. Ital. di Sc. Nat.*, XLIV, p. 3, pl. I, fig. 4, 4 a (Figure *Brissopsis Sismondæ* Ag., échantillon type du Miocène de Corse).

CRÈTE ET KASOS

165. 1858-1861. — RAULIN (V.). Description physique de l'île de Crète. *Act. Soc. linn. de Bordeaux*, t. XXII-XXIV (voir t. XXIII, ch. VI, p. 321-376).
 165 bis. 1889. — BUKOWSKI. Der geologische Bau der Insel Kasos. *Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wissensch. math. naturw. Kl.*, XCVIII, I, p. 653-669, 1 pl.
 166. 1894. — SIMONELLI. Appunti sopra i terreni neogenici i quaternari dell' Isola di Candia. *Atti d. R. Acc. d. Lincei, Rendic.* (5), vol. III, p. 265-268.
 167. 1911. — CAYEUX (L.). Le Miocène moyen de l'île de Crète. *C. R. A. S.*, vol. CLII, p. 637-639.
 168. 1911. — CAYEUX (L.). Existence du Pontique marin dans l'île de Crète. *C. R. A. S.*, vol. CLII, p. 981-984.

ÉGYPTE

169. 1743. — SHAW. Voyages dans plusieurs provinces de la Barbarie et du Levant. 2 vol. in-4° (voir t. II). La Haye.
 170. 1810. — ROZIÈRES. Description de l'Égypte. Minéralogie (Échinides, pl. XI).
 171. 1867. — FRAAS (O.). Aus dem Orient. Geologische Beobachtungen am Nil, auf der Sinai-Halbinsel und in Syrien. Vol. in-8°, 222 p., 21 fig., 3 pl. — Voir également : Geologisches aus dem Orient. *Jahresh. d. Ver. f. nat. Naturkunde in Würt.*, XXIII, p. 145-362, pl. IV-VI (pl. VI, fig. 11, *Clypeaster ægyptiacus*).

172. 1869. — LARTET (L.). Essai sur la géologie de la Palestine et des contrées avoisinantes, telles que l'Égypte et l'Arabie. (Deuxième partie : Paléontologie). *Ann. Sc. Géol.*, t. III, 98 p., pl. IX-XII.
173. 1871. — ROHLFS (G.). Von Tripolis nach Alexandrien. 2 vol. in-8°, 197 p., 1 pl., et 148 p., 4 pl., 2 cartes. (vol. II, pl. III, Asterit = *Clypeaster Rohlfsi* Fuchs). Bremen.
174. 1882. — BEYRICH. Ueber einige geognostische Beobachtungen G. Schweinfurth's in der Wüste zwischen Cairo und Suez. *Sitzungsber. d. kön. preuss. Ak. der Wissensch. zu Berlin*, p. 163-178, 2 cartes, 1 fig. (aire ambulacraire de *Scutella Zitteli* Beyr.).
175. 1882. — FUCHS. Beiträge zur Kenntnis der Miocänfauna Ägyptens und der libyschen Wüste. *Paläontographica N. F.* (2), t. XXX, 77 p., pl. XIV-XVII.
176. 1884. — SCHWEINFURTH. Une visite au port de Tobrouk. *Bull. Inst. Égypt.*
177. 1893. — ROTHPLETZ. Stratigraphisches von der Sinai Halb-insel. *Neues Jahrb. für Min.*, I Bd, p. 102-104.
178. 1898. — FOURTAU (R.). Note sur les sables pliocènes des environs des pyramides de Ghizeh. *Bull. Inst. Égypt.*, 3 p.
179. 1898. — FOURTAU (R.). Sur les sables à Clypéastres des environs des pyramides de Ghizeh. *B. S. G. F.* (3), t. XXVI, p. 39-42.
180. 1898. — FOURTAU (R.). Note complémentaire sur les sables à Clypéastres des environs des pyramides de Ghizeh. *B. S. G. F.* (3), t. XXVI, p. 581, 582.
181. 1898. — GREGORY (J.-W.). A Collection of Egyptian Fossil Echinoidea. *Geol. Mag.*, Déc. IV, vol. V, n° 4, p. 149-161, pl. V, VI.
182. 1899. — FOURTAU (R.). Les environs des pyramides de Ghizeh. *Soc. khédiv. Géogr. Bull.*, n° 4 (5), p. 14, 15.
183. 1899. — FOURTAU (R.) et GAUTHIER. Revision des Échinides fossiles de l'Égypte. *Mém. Inst. Égypt.*, vol. III, p. 605-640, 4 pl., 1 fig.
184. 1900. — BLANCKENHORN (M.). Das Neogen in Aegypten und seine Pectinidenfauna. *Centralbl. f. Min. Geol. u. Pal.*, t. I, p. 209-216.
185. 1900. — DÉPÉRET (C.) et FOURTAU (R.). Sur les terrains néogènes de la Basse-Égypte et de l'isthme de Suez. *C. R. A. S.*, t. CXXXI, p. 401-403.
186. 1900. — FOURTAU et GAUTHIER. Notes sur les Échinides fossiles de l'Égypte. Br. in-8°, 67 p., 4 pl. (Néogène, p. 59-65, pl. III, fig. 9, 10 ; pl. IV, fig. 5, 6). Le Caire (publié par l'auteur).
187. 1901. — BLANCKENHORN. Neues zur Geologie und Paläontologie Aegyptens. III, Das Miocän, p. 52-132, pl. II, III, 15 fig. (fig. 9, *Maretia Fuchsi* Oppenh.). IV, Das Pliocän und Quartärzeitalter in Aegypten ausschliesslich des Rothenmeergebietes, p. 307-502, pl. XIV, XV, 38 fig. *Zeitsch. Deutsch. Geol. Ges.*, t. LIII.
188. 1901. — FOURTAU et GAUTHIER. Notes sur les Échinides fossiles de l'Égypte. *Bull. Inst. Égypt.* (4), vol. II, 89 p., 6 pl.
189. 1901. — FOURTAU (R.). Notes paléontologiques. Communication faite à l'Institut Égyptien. Br. in-8°, p. 4, 5. (Identifie au *Clypeaster aegyptiacus* un fragment d'Échinide figuré par Rozières, pl. V, fig. 10, et au *Pericormus latu.* Ag. la fig. 4 de la planche XI.)
190. 1901. — FOURTAU (R.). Notes pour servir à l'étude des Échinides fossiles d'Égypte. III, Rectification au sujet d'*Amphiope truncata* Fuchs. *B. S. G. F.* (4), t. I, p. 626. (Propose pour cette espèce le nom d'*Amphiope Fuchsi*.)
191. 1901. — GAUTHIER (V.). Derniers Échinides fossiles recueillis en Perse et en Égypte. *A. F. A. S.*, vol. XXX (Ajaccio), 2^e part., p. 374-381.
192. 1902. — BARRON et HUME. Topography and Geology of the Eastern Desert of Egypt. *Geol. Surv. Rep.*, p. 139.
- 192 bis. 1905. — BARRON (T.). On the occurrence of Lower Miocene beds between Cairo and Suez. *Geol. Mag.* (n. s., déc. V). Vol. I, p. 603-608.
193. 1906. — GREGORY (J.-W.). Fossil Echinoidea from Sinai and Egypt. *Geol. Mag.* (5), vol. III, n° 6, p. 251-253, pl. XI.
194. 1907. — BARRON (T.). The Topography and Geology of the District between Cairo and Suez. *Surv. Dept. Egypt.*, p. 44-46.
195. 1907. — FOURTAU (R.) et LAMBERT (J.), in PACHUNDAKI (D. E.). Contribution à l'étude géologique des environs de Marsa Matrouh. Br. in-8°, pl. II. Alexandrie.
196. 1909. — FOURTAU (R.). Description des Échinides fossiles recueillis par MM. W. F. Hume et John A. Ball dans le désert libyque et le nord du désert arabe. *Mém. Inst. Égypt.*, t. VI, fasc. 2, p. 168.

ESPAGNE

197. 1856. — VERNEUIL (DE) et COLLOMB. Note sur l'Espagne. *B. S. G. F.* (2), t. XIII, p. 674-720. (Citent *Clypeaster altus* dans la province de Murcie.)
- 197 bis. 1867. — VILANOVA Y PIERA. Note sur la géologie de la province de Valence. *B. S. G. F.* (2), t. XXIV, p. 819.
198. 1875. — CORTAZAR (D. DE). Reseña física y geologica de la region norte de la Provincia de Almeria. *Bol. Com. Map. geol. de Esp.*, t. II, 74 p., 10 fig.
199. 1878. — GONZALO Y TARIN. Reseña geologica de la Provincia de Huelva. *Bol. Com. Map. geol. de Esp.*, t. V, 438 p.
200. 1879. — DRASCHE (R. von). Bosquejo geológico de la zona superior de Sierra Nevada. *Bol. Com. Map. geol. de Esp.*, t. VI, 36 p.
201. 1880. — MALLADA (L.). Reconocimiento geológico de la province de Cordoba. *Bol. Com. Map. geol. de Esp.*, t. VII, 55 p.
202. 1881. — CAREZ (L.). Étude des terrains crétacés et tertiaires du Nord de l'Espagne (thèse Fac. Sc. Paris). Vol. in-8°, 323 p., 8 pl.
203. 1881. — MAURETA (J.) et THOS Y CODINA. Description física, geologica y minera de la provincia di Barcelona (2^e partie : Description geologica). *Mem. Com. Map. geol. de Esp.*, 479 p., 30 fig., 11 pl. dont 6 cartes.
204. 1883. — COMISION DEL MAPA GEOLOGICO. Catalogo de los fósiles presentados en la exposición de minería en Madrid en 1883. *Bol. Com. Map. geol. de Esp.*, t. X.
205. 1884. — MALLADA (L.). Reconocimiento geologico de la provincia de Jaen. *Bol. Com. Map. geol. de Esp.*, t. XI, 55 p., 1 carte.
206. 1885. — BERTRAND (M.) et KILIAN (W.). Le bassin tertiaire de Grenade. *C. R. A. S.*, t. CI, p. 264-267.
207. 1887. — GONZALO Y TARIN. Description física, geologica y minera de la Provincia de Huelva (seconde partie). *Mem. Com. Map. geol. de Esp.*, 671 p., 40 fig., 5 pl., 1 carte.
208. 1889. — BERTRAND (M.) et KILIAN (W.). Études sur les terrains secondaires et tertiaires dans les provinces de Grenade et de Malaga. Mission d'Andalousie. *Mém. Ac. Sc.* (2), t. XXX, p. 477-519.
209. 1891. — NICKLÈS (R.). Études géologiques sur le Sud-Est de l'Espagne. I, Terrains secondaires et tertiaires de la province d'Alicante et du Sud de la province de Valence. *Ann. Hébert I.* Vol. in-8°, 220 p., 69 fig., 10 pl.
210. 1892. — COLLOT. Sur une carte des environs de Barcelone de M. J. Almera. *B. S. G. F.* (3), t. XX, p. 32-37.
211. 1892. — MALLADA (L.). Catalogo general de los especies fosiles encontradas en Espana. *Bol. Com. Map. geol.*, t. XVIII, 253 p. (Cette liste comprend 28 espèces d'Échinides néogènes, dont 21 Clypéastres, mais aurait besoin d'une revision sérieuse.)
212. 1896. — ALMERA (J.). Découverte du Burdigalien aux environs de Barcelone. *B. S. G. F.* (3), t. XXIV, p. 1126, 1127.
213. 1898. — ALMERA (J.). Comptes rendus de l'excursion extraordinaire de la Société Géologique de France à Barcelone (Espagne). *B. S. G. F.* (3), t. XXVI, p. 686, 760, 778, 821, 850.
214. 1903. — DOUVILLÉ (R.). Observations. *C. R. somm. S. G. F.* (4), t. III, p. 620, 621. (Signale dans les marnes plaisanciennes d'Espeluy *Brissus* sp. écrasés. — Il s'agit certainement de *Brissopsis*.)
215. 1906. — DOUVILLÉ (R.). Esquisse géologique des Préalpes subbétiques (partie centrale). Vol. in-8°, 222 p., 19 fig., 21 pl. (thèse Fac. Sc. Paris).
216. 1906. — LAMBERT (J.). Description des Échinides fossiles de la province de Barcelone (2^e et 3^e parties). Échinides des terrains miocène et pliocène. *Mém. Soc. Géol. Fr.*, t. XIV, fasc. 2-3, p. 59-128, pl. V-IX.
217. 1907. — MALLADA (L.). Explicacion del Mapa geologico de España (t. VI, Systemos eoceno, oligoceno, mioceno). *Mem. Com. Map. geol. de Esp.*, 686 p.

FRANCE (Sud-Est)

218. 1829. — SERRES (M. DE). Géognosie des terrains tertiaires ou Tableau des principaux animaux invertébrés des terrains marins tertiaires du Midi de la France. Vol. in-8°, 276 p., 6 pl. : Montpellier.

219. 1830. — SERRES (M. DE). De la simultanéité des terrains de sédiment supérieur. Géographie physique de l'Encyclopédie méthodique, t. V.
220. 1840. — GRAS (S.). Statistique minéralogique du département des Basses-Alpes. Vol. in-8°, 224 p., 1 carte, 2 pl. (voir p. 150). Grenoble.
221. 1848. — GRAS. Description des oursins fossiles du département de l'Isère. Vol. in-8°, 96 p., 6 pl. — Supplément et errata, 8 p., 1 pl., paru en 1850. Grenoble et Paris.
- 221 bis. 1859. — BENOIT. Note sur la mollasse du département de l'Ain. *B. S. G. F.* (2), t. XVI, p. 369-381, pl. VIII.
222. 1862. GRAS (S.). Description géologique du département de Vaucluse, suivie d'une notice sur les mines et les carrières. Vol. in-8°, 438 p., 2 pl. (Échinides, p. 427).
223. 1865. — DUMORTIER et FISCHER. Sur un terrain tertiaire découvert dans l'intérieur de Lyon avec indication des fossiles y recueillis. *B. S. G. F.* (2), t. XXII, p. 287-290.
224. 1873. — COQUAND. Description de l'étage garumnien et des terrains tertiaires des environs de Biot et d'Antibes (Alpes-Maritimes). *B. S. G. F.* (3), t. I, p. 176-193.
225. 1877. — COQUAND. Observations sur le compte rendu par M. Potier de la course de Biot. *B. S. G. F.* (3), t. V, p. 774, 775.
226. 1877. — FONTANNES. Sur l'âge de la Mollasse de Sainte-Juste (Drôme). *B. S. G. F.* (3), t. V, p. 863, 864.
227. 1877. — TOURNOUER. Notes paléontologiques sur quelques-uns des terrains tertiaires observés dans la Réunion extraordinaire de la Société géologique à Fréjus et à Nice. *B. S. G. F.* (3), t. V, p. 841-857.
228. 1878. — FONTANNES (F.). Les terrains néogènes du plateau de Cucuron. *B. S. G. F.* (3), t. VI, p. 469-512.
229. 1879. — FISCHER. Notes paléontologiques sur la Mollasse de Cucuron. *B. S. G. F.* (3), t. VII, p. 218-229.
230. 1879. — TOURNOUER. Sur les rapports de la Mollasse de Cucuron avec les Mollasses de l'Anjou et de l'Armagnac. Sur la Mollasse miocène de Forcalquier (Basses-Alpes), étude paléontologique. *B. S. G. F.* (3), t. VII, p. 229-236 et p. 237-245.
231. 1875-1880. — FONTANNES (F.). Études stratigraphiques et paléontologiques pour servir à l'histoire de la période tertiaire dans le bassin du Rhône, I-VI. Vol. in-8°, 214 p., 42 fig., 26 pl. Lyon-Paris.
232. 1880. — GAUTHIER (V.). Sur les Échinides du département des Bouches-du-Rhône. *A. F. A. S.*, IX (Reims), p. 526, 527.
233. 1881. — FONTANNES (F.). Les terrains tertiaires de la région delphino-provençale du bassin du Rhône. Vol. in-8°, 84 p. (Ce volume forme la septième série des Études stratigraphiques.)
234. 1885. — DEPÉRET (C.). Description géologique du bassin tertiaire du Roussillon (thèse Fac. Sc. Paris). Vol. in-8°, 274 p., 9 fig., 5 pl.
235. 1885. — FONTANNES (F.). Nouvelle contribution à la faune et à la flore des marnes pliocènes à *Brissopsis* d'Eurre (Drôme). *Ann. Soc. agr. Lyon* (5), t. VII, p. 421-436, 1 pl.
- 235 bis. 1887. — DOLLFUS (G.-F.). Quelques nouveaux gisements de terrain tertiaire dans le Jura, près de Pontarlier. *B. S. G. F.* (3), t. XV, p. 179-193. (Cite *E. scutiformis* et *Brissopsis Nicoleti*.)
236. 1888. — GOURRET (P.). Étude géologique du Tertiaire marin de Carry et de Sausset. *B. S. G. F.* (3), t. XVII, p. 68-100. (Les déterminations de certains Échinides sont inexactes.)
237. 1889. — KILIAN (W.). Description géologique de la Montagne de Lure (Basses-Alpes) (thèse Fac. Sc. Paris). Vol. in-8°, 458 p., 8 pl., 3 cartes. Paris.
238. 1890. — FOURNIER (E.). Esquisse géologique des environs de Marseille. Vol. in-8° (voir p. 92, 93). Marseille.
239. 1891. — COTTEAU. Présence du *Linthia Locardi* dans le Miocène des Baux. Note sur le groupe des Clypeastroïdes. *A. F. A. S.*, XX (Marseille), I, p. 208 et p. 390-396.
240. 1891. — HAUG (E.). Les chaînes subalpines entre Gap et Digne. Contribution à l'histoire géologique des Alpes Françaises. *Bull. Serv. Carte Géol. Fr.*, t. III, p. 140.
241. 1889-1892. — DEPÉRET et FONTANNES. Études stratigraphiques et paléontologiques pour servir à l'histoire de la période tertiaire dans le bassin du Rhône (mémoire posthume). Les terrains tertiaires marins de la côte de Provence (2 parties). I, 116 p., 18 fig., 2 pl.; II, 79 p., 8 fig. Vol. in-8°. Paris.
242. 1895. — DOUXAMI. Tertiaire de la Savoie et du Nord du Dauphiné. Feuille de Chambéry, Grenoble et Nantua. (C. R. Coll.) *Bull. Serv. Carte Géol. Fr.*, vol. VII, p. 91-93.
243. 1896. — COTTEAU. Monographie des *Spatangus* du système Miocène de France (mémoire posthume publié par MM. Depéret et Kilian). *Bull. Soc. Stat. Sc. Nat. de l'Isère* (4), 32 p., 12 pl.

244. 1896. — DEPÉRET (C.). Note sur les fossiles miocènes du conglomérat de Pierre-Longue, près Avignon. *B. S. G. F.* (3), t. XXIV, p. 516-525 (Échinodermes, p. 522).
245. 1896. — DOUXAMI (H.). Études sur les terrains tertiaires du Dauphiné, de la Savoie et de la Suisse Occidentale (thèse Fac. Sc. Lyon). Vol. in-8°, 315 p., 6 pl. (pl. I, fig. 12 : *Spatangus Deydieri* Cott.).
246. 1896. — MIQUEL (J.). Note sur la Géologie des terrains secondaires et des terrains tertiaires du département de l'Hérault. Br. in-8°. Béziers.
247. 1896. — PELLAT (E.). Études stratigraphiques et paléontologiques sur les terrains tertiaires de quelques localités de Vaucluse, du Gard et des Bouches-du-Rhône. Note n° 1. *B. S. G. F.* (3), t. XXIV, p. 501-515.
248. 1896. — ROMAN (F.). Le Miocène dans la région de Montpellier. Note sur le bassin miocène de Sommières (Gard). *B. S. G. F.* (3), t. XXIV, p. 30, 31 et p. 771-779.
249. 1897. — LORIOLO (DE). Description de quelques Échinodermes. Appendice à la note de M. E. Pellat sur le Burdigalien supérieur. *B. S. G. F.*, p. 115-129, pl. IV.
250. 1897. — MIQUEL (J.). Note sur la Géologie des terrains tertiaires du département de l'Hérault. Br. in-8°. Béziers.
251. 1897. — NICOLAS (H.). Étude sur les terrains tertiaires des environs d'Avignon. Le Miocène. *Mém. Ac. Vaucluse*, t. XVI, p. 60-152.
252. 1897. — ROMAN (F.). Recherches stratigraphiques et paléontologiques dans le Bas-Languedoc (thèse Fac. Sc. Lyon). *Ann. Univ. Lyon*, t. XXXIV, 345 p., 9 pl.
253. 1900. — DEPÉRET. Notice sur les bassins tertiaires du Rhône. Livret-Guide (XII), 32 p., 11 fig. *Huitième Congrès géologique international*. Paris, 1900.
254. 1902. — DEYDIER. Notice géologique et agronomique de la région de Cucuron. *Mém. Ac. Vaucluse* (2), t. II, 48 p., 1 pl., 1 carte.
255. 1903. — DEPÉRET et CAZIOT. Gisements pliocènes et quaternaires marins des environs de Nice. *B. S. G. F.* (4), t. III, p. 321-347.
256. 1903. — DONCIEUX (L.). Note sur les terrains tertiaires et le quaternaire marin du Sud-Est du département de l'Aude. *B. S. G. F.* (4), t. III, p. 695-710.
257. 1904. — DEPÉRET (C.). Feuille de Privas (C. R. Coll.). *Bull. Serv. Carte Géol., Fr.* t. XVI, p. 70.
258. 1905. — LAMBERT (J.). Note sur deux Échinides nouveaux de la molasse burdigalienne dite de Vence. *B. S. G. F.* (4), t. II, p. 881-884, pl. LIX.
259. 1905. — SAVIN (L.). Revision des Échinides fossiles du département de l'Isère. *Bull. Soc. Stat. de l'Isère* (4), t. VIII, p. 109-324, 8 pl.
260. 1906. — LAMBERT (J.). Étude sur les Échinides de la molasse de Vence. *Ann. Soc. Lettres, Sc. et Arts des Alpes-Maritimes*, t. XX, 64 p., 10 pl., 2 fig.
261. 1907. — CAZIOT et MAURY. Nouveaux gisements pliocènes et postpliocènes marins et complément des faunes déjà publiées des gîtes marins de ces étages sur la côte des Alpes-Maritimes. *B. S. G. F.* (4), t. VII, p. 72-79.
262. 1907. — JOLEAUD (L.). Géologie et Paléontologie de la plaine du Comtat et de ses abords. Description des terrains néogènes. Fasc. I, Stratigraphie (extrait des *Mém. Ac. Vaucl.*, années 1905 et 1906). Vol. in-8°, 103 p.
263. 1908. — BAQUIÉ (G.). Sur les gisements à Échinides des environs de Nissan (Hérault). Br. in-8°, p. 15-20, 5 fig. *Bull. Soc. Sc. Béziers*.
264. 1912. — COLLOT (L.). Le miocène des Bouches-du-Rhône. *B. S. G. F.* (4), t. XII, p. 48-104, 7 fig.
265. 1912. — COTTREAU (J.). Observations sur les terrains tertiaires de la côte entre Sausset et l'Anse du Grand-Vallat (Bouches-du-Rhône). *B. S. G. F.* (4), t. XII, p. 331-342, 2 fig.
266. 1910-1912. — LAMBERT (J.). Description des Échinides des terrains néogènes du bassin du Rhône. *Mém. Soc. Pal. Suisse*, vol. XXXVII (fasc. I), 50 p., 8 pl. ; vol. XXXVIII (fasc. II), p. 51-102, 4 pl.

GRÈCE

267. 1862-1867. — GAUDRY. Animaux fossiles et Géologie de l'Attique. 2 vol. in-4° (texte et atlas), 476 p. 63 pl. (Échinides déterminés par COTTEAU, p. 441, pl. LXIII, fig. 7-9 et fig. 10-15). Paris.
268. 1894. — STEFANI (C. DE). Observations géologiques sur l'île de Corfou. *B. S. G. F.* (3), t. XXII, p. 445-463.

269. 1897. — PENECKE. Marine Tertiär Fossilien aus Nordgriechenland und dessen türkischen Grenzländern. *Denks. d. math. naturw. Cl. d. k. Ak.*, t. LXIV, p. 65.
270. 1911. — NELLI (B.). Il Pliocene dell' isola di Citera. *Att. R. Acc. dei Lincei* (Rendic.) (5), vol. XX, p. 563-568 (Échin., p. 565).
271. 1911. — STEFANINI (G.). Note Echinologiche. *Riv. Ital. di Pal.*, vol. XVII, fasc. 4, p. 12-15, pl. V, fig. 3 a-c (*Echinolampas cytherea* nov. sp.).

ITALIE

272. 1826. — RISSO (A.). Histoire naturelle des principales productions de l'Europe méridionale et particulièrement de celles des environs de Nice et des Alpes-Maritimes. 5 vol. in-8° (Échinides, t. V, p. 276-284, pl. VII).
273. 1831. — BRONN. Italiens Tertiärgelände und deren organische Einschlüsse. Vol. in-8°, 174 p., 3 tabl., 1 pl. Heidelberg.
274. 1841. — SISMONDA. Monografia degli Echinidi fossili del Piemonte. *Mem. R. Acc. d. Sc. d. Torino* (2), t. IV, 52 p., 3 pl. Appendice (même vol.), p. 383-395.
275. 1847. — MICHELOTTI (G.). Description des fossiles des terrains miocènes de l'Italie septentrionale. *Naturk. Verhand. van de Hollandsch Maatschappij d. Wetensch. te Haarlem*, III Deel, 2 St. (Échinides, p. 60-69).
276. 1858. — PONZI. Note sur les diverses zones de la formation pliocène des environs de Rome. *B. S. G. F.* (2), t. XV, p. 555-561.
277. 1858. — VAN DEN HECKE. Sur les fossiles des marnes du Vatican. *B. S. G. F.* (2), t. XV, p. 372-374.
278. 1861. — MICHELOTTI. Description de nouveaux fossiles miocènes des collines de Turin. *Rev. Mag. Zool.*
279. 1861. — MICHELOTTI. Études sur le Miocène inférieur de l'Italie septentrionale. *Naturk. Verhand. van de Holl. Vijftiende Deel* (Échinides, p. 21-27).
280. 1865. — SCHAUROTH (C. F. VON). Verzeichniss der Versteinerungen im Herzogl. Naturalienkabinet zu Coburg. Vol. in-8°, 327 p., 30 pl. (Molassen-Period. Echinoidea, p. 188-194, pl. IX, XI).
281. 1866. — GASTALDI. Intorno ad alcuni fossili del Piemonte e della Toscana.
282. 1868. — LAUBE (G.-C.). Ein Beitrag zur Kenntniss der Echinodermen des Vicentinischen Tertiärgeländes. *Denksch. d. math. naturw. Cl. d. k. Akad. d. Wissensch.*, Bd. XXIX, 38 p., 7 pl.
283. 1869. — COPPI (F.). Catalogo dei fossili miocenici e pliocenici del Modenese. *Ann. d. Soc. d. Natural.*, anno IV, 72 p., 1 pl. (Échinides, p. 52, 66). Modène.
284. 1869. — SEGUENZA. Intorno la posizione stratigrafica del *Clypeaster altus* Lam. *Att. Soc. It. Sc. Nat.*, vol. XII, p. 659. (Signale *Clypeaster altus* dans le Pliocène aux environs de Reggio.)
285. 1870. — BAYAN. Terrains tertiaires de la Vénétie. *B. S. G. F.* (2), t. XXVII, p. 444-475.
286. 1872. — MAZZETTI. Cenno intorno fossili di Montese. *Annuar. d. Soc. d. Naturalisti di Modena*, vol. VI, p. 257-266, pl. III.
287. 1876. — PONZI (G.). I fossili del Monte Vaticano. *Att. d. R. Accad. d. Lincei*. Mem. d. Cl. di Sc. fis. (2), vol. III, p. 925-959, pl. I-III (Echinod., p. 947-949, pl. III, fig. 2 a-e, 3 a-b).
288. 1877. — DAMES. Die Echiniden der Vicentinischen und Veronesischen tertiärablagerungen. *Palæontographica*, t. XXV, p. 1-100, 11 pl.
289. 1877. — STEFANI (C. DE). Brevi appunti sui terreni pliocenici e miocenici della Toscana. *Bol. d. R. Com. Geol. d'It.*, vol. VIII, p. 392-398.
290. 1877. — MANZONI et MAZZETTI. Echinodermi nuovi della molassa miocenica di Montese nella provincia di Modena. *Att. Soc. Tosc. di Sc. Nat.*, III, p. 350-356, pl. XIX.
291. 1878. — CAPELLINI (G.). Il calcare di Leitha, il Sarmatiano e gli Strati a Congerie nei monti di Livorno, di Castellina marittima, di Miemo e di Monte Catini. Considerazioni geologiche e paleontologiche. *Att. R. Acc. Linc.* Mem. Cl. Sc. fis. (3), t. II, p. 275-291.
292. 1878. — MANZONI. Gli Echinodermi fossili dello schlier delle colline di Bologna. *Denkschr. Kais. Ak. d. Wissens. Math. Naturw.*, XXIX, p. 149-164, 4 pl.
293. 1880. — BOSNIANI (S. DE). La formazione gessoso-solfifera e il secondo piano mediterraneo in Italia. *Att. Soc. Tosc. Sc. Nat.* (P. V.), t. II, p. 90-99.
294. 1880. — COPPI (F.). Del terreno tabiano modenese e de suoi fossili. *Boll. R. Com. Geol.*, anno 1880 (n° 3-4), 13 p.

295. 1880. — MANZONI (A.). Echinodermi fossili della molassa serpentinoso e supplemento agli Echinodermi dello Schlier delle colline di Bologna. *Denkschr. d. kais. Akad. d. Wissens. Math. Nat. Cl.*, XLII, p. 185-190, 3 pl.
296. 1880. — MANZONI (A.). Spugne silicee della molassa miocenica del Bolognese. *Att. Soc. Tosc. Sc. Nat.*, V, p. 173-176.
297. 1880. — MANZONI (A.). Echinodermi fossili pliocenici. *Att. Soc. Tosc. Sc. Nat.* (P. V.), t. II, p. 38.
298. 1879-1880. — SEGUENZA. Le formazioni terziarie nella provincia di Reggio (Calabria). *R. Acc. d. Lincei*, CCLXXVII, 446 p., 17 pl.
299. 1880. — SIMONELLI. I dintorni di San Quirico d'Orcia. *Boll. Com. Geol. It.*, XI, p. 192-218.
300. 1880. — STEFANI (C. de). Il Tortoniano dell' alta Val di Tevere. *Att. Soc. Tosc. Sc. Nat.* (P. V.), t. II, p. 114, 115.
301. 1881. — COPPI. Le marne turchine e i loro fossili. *Ann. Soc. Nat. Modena*, XV, fasc. 1, 30 p.
302. 1882. — LORIOI (DE). Description des Échinides des environs de Camerino (Marches). *Mém. Soc. Phys. Hist. Nat. Genève*, XXVIII, 32 p., 3 pl.
303. 1883. — SIMONELLI. Il monte della Verna e i suoi fossili. *Boll. Soc. Geol. It.*, II, p. 235-283.
304. 1884. — COPPI. Il Miocene medio nei colli modenese : appendice alla Palæontologia modenese. *Boll. Com. Geol. It.* (2), vol. V, p. 171-201. (Échinides, p. 190-192.)
305. 1885. — LOVISATO. Riassunto sui terreni terziari e posterziari del Circondario di Catanzaro. *Bull. Com. Geol. It.* (2), vol. VI, p. 87-120.
306. 1885. — MAZZETTI et PANTANELLI. Cenno monografico interno alla fauna fossile Montese. Part. I : Echinodermi (par Mazzetti). *Att. Soc. Nat. Modena* (3), vol. IV, p. 58-96, pl. 1, 2.
307. 1885. — MELI. Echinodermi e altri fossili pliocenici di Anzio. *Boll. Com. Geol. It.* (2), vol. VI, p. 188-190.
- 307 bis. 1886. — SIMONELLI (V.). Echinodermi fossili di Pianosa. *Att. Soc. Tosc. Sc. Nat.* (P. V.), vol. V, p. 163-165.
308. 1887. — MAZZETTI et PANTANELLI. Cenno monografico interno alla fauna fossile di Montese. Part. II : Appendice agli Echinodermi (par Mazzetti). *Att. Soc. Nat. Modena* (3), vol. VI, p. 48-54.
309. 1887. — NEVIANI. Contribucion alla geologia di Catanzarese. *Boll. Soc. Geol. It.*, VI, p. 169-208.
310. 1889. — NEVIANI. Contribuzioni alla geologia del Catanzarese. *Boll. Soc. Geol. It.*, VIII, p. 133-158.
- 310 bis. 1889. — SACCO (F.). Catalogo paleontologiche del bacino terziario del Piemonte. *Boll. Soc. Geol. It.*, II, p. 235-283.
311. 1889. — SIMONELLI. Terreni e fossili dell' isola di Pianosa nel mare Tirreno. *Boll. R. Com. Geol. It.* (2), t. X, p. 193-237, pl. VI, VII.
- 311 bis. 1893. — PATRONI C. Fossili miocenici di Baseliace in provincia di Benevento, *Atti. R. Acc. Sc. fis. e mat. di Napoli*, V. (2) n° 12.
312. 1895. — CORTESE (E.). Descrizione geologica della Calabria. *Mem. Carte géol. It.*, 310 p., 8 pl., 1 carte.
313. 1896. — BOTTO-MICCA. Contribuzione allo studio degli Echinidi terziari del Piemonte (Spatangidi). *Boll. Soc. Geol. It.*, XV, p. 341-375, pl. X.
314. 1896. — FORNASINI (C.). Fossile problematico. *Riv. It. di Pal.*, II, p. 258, 259. (Décrit un fragment provenant du Pliocène des environs de Sienne en Toscane qui est une radiole de *Diadema Desori* Reuss ; il cite, à titre de comparaison, une algue et un foraminifère.)
315. 1896. — MAZZETTI. Catalogo echino fossili, collezione Mazzetti. *Mem. Acc. Sc. Lett. ed Arti Modena* (2), t. XI, p. 409-461, 1 pl.
316. 1896. — SANGIORGI (D.). Il tortoniano dell' alta valle dell' Idice. *Riv. It. Pal.*, II, p. 173-198, pl. IV.
317. 1897. — ALESSANDRI (DE). La pietra da Cantoni di Ros. e Vignale (Basso Monferrato). *Mem. Mus. Civ. St. Nat. Milan. ed. Soc. It. Sc. Nat.*, t. VI, fasc. I, 98 p., 3 pl.
318. 1897. — ANGELIS D'OSSAT (DE) et LUZI. I fossili dello Schlier di S. Severino. *Boll. Soc. Geol. It.*, XVI, p. 61-68.
319. 1897. — ANGELIS D'OSSAT. Contribuzione allo studio paleontologico dell' alta valla dell' Aniene. *Boll. Soc. Geol. It.*, XVI, p. 280-318, 1 fig.
320. 1897. — VINASSA DE REGNY. Echinidi neogenici del Museo Parmense. *Att. Soc. Tosc. Sc. Nat.*, XV, p. 139-155, 5 fig.
321. 1897. — VINASSA DE REGNY in *Revue critique de Paléozoologie*, I, p. 80. (*Spatangus Botto-Miccai*).
322. 1898. — AIRAGHI. Echinidi del Pliocene Lombardo. *Att. Soc. It. Sc. Nat.*, XXXVII, p. 357-377, pl. I.

323. 1898. — SACCO (F.). Fossili problematici. *Riv. It. di Pal.*, IV, fasc. 3, p. 72, 73 (Attribue à *Diadema Desori* Reuss des radioles de l'Helvétien des collines de Turin ; peut-être *D. saheliense* Pom. et *D. calareense* Cott. devraient-ils être réunis [d'après Sacco] au *Diadema Desori* Reuss.)
324. 1899. — AIRAGHI. Echinidi del bacino della Bormida. *Boll. Soc. Geol. It.*, XVIII, p. 140-178, pl. VI VII.
325. 1899. — UGOLINI. Sopra alcuni fossili dello Schlier dello Monte Cedrone (Umbria). *Boll. Soc. Geol. It.*, XVIII, p. 289-296.
326. 1900. — ALESSANDRI (DE). Sopra alcuni fossili aquitaniani dei dintorni di Acqui. *Bol. Soc. Geol. It.*, XIX, p. 549-554.
327. 1900. — MARIANI. Fossili miocenici di Camerinese. *Riv. It. di Pal.*, vol. VI, p. 95-97.
328. 1900. — TULLO LEVI. Osservazioni sulla distribuzione dei fossili negli strati pliocenici di Castellarquarto. *Riv. It. d. Pal.*, vol. VI, p. 59-78.
329. 1900. — NELLI (B.). Fossili miocenici dell' Apennino Aquilano. *Boll. Soc. Geol. It.*, p. 381-418.
330. 1901. — AIRAGHI. Echinidi terziari del Piemonte e della Liguria. *Paleont. Italiana*, VII, p. 149-218, pl. XIX-XXVII.
331. 1901. — ANGELIS (DE) et VERRI (A.). Terzo contributo allo studio del Miocene nell' Umbria. *Boll. Soc. Geol. It.*, XX, 23 p.
332. 1902. — AIRAGHI. Echinofauna oligomiocenica della conca Benacense. *Boll. Soc. Geol. It.*, XXI, p. 371-388, pl. XV.
333. 1902. — MARIANI. Osservazioni geologiche sui dintorni di Camerino. *Boll. Soc. Geol. It.*, XX, p. 305-328, 1 carte. (Échinides, p. 320-322.)
334. 1902. — OPPENHEIM. Revision der tertiären Echiniden Venetiens und des Trentino unter Mittheilung neuer Formens. *Zeitsch. Deutsch. Geol. Ges.*, t. LIV, p. 159-183, 23 fig., pl. VII-IX.
335. 1902. — STEFANI (DE). Molluschi pliocenici di Viterbo. *Att. Soc. Tosc.*, Mem. XVIII, p. 22-36.
336. 1903. — NELLI (B.). Fossili miocenici del Macigno di Porretta. *Boll. Soc. Geol. It.*, XXII, p. 181-252, pl. III-X.
337. 1903. — OPPENHEIM. Ueber die Ueberkippung von S. Orso, das Tertiär des Tretto und Fauna wie Stellung der Schioschisten. *Zeits. Deutsch. Geol. Ges.*, t. LV, p. 98-234, pl. VIII-XI.
338. 1904. — AIRAGHI. Echinodermi miocenici dei dintorni di S. Maria Tiberina (Umbria). *Atti R. Acc. Sc. Torino*, XL, p. 43-54, 1 pl.
339. 1904. — LUPI. Fauna miocenica presso Tagliacozzo. *Bull. Soc. Geol. It.*, vol. XXIII (Rendic.), p. XXVIII, XXIX.
340. 1905. — CHECCHIA. Contributo alla conoscenza del Pliocene della Capitanata. *L'Excursionista Meridionale*, 3 p.
341. 1907. — DOUVILLÉ (H.). Les couches à Lépidocyclines dans l'Aquitaine et la Vénétie. *B. S. G. F.* (4), t. VII, p. 466-476.
342. 1907. — NELLI (B.). Il Miocene del Monte Titano nella Repubblica di S. Marino. *Boll. Soc. Geol. It.*, XXVI, p. 239-321, pl. IX, X.
343. 1907. — STEFANINI (G.). Conoclypeidi et Cassidulidi conoclypeiformi. *Boll. Soc. Geol. Ital.*, XXVI, p. 343-376, pl. XII, XIII.
344. 1909. — AIRAGHI. Di alcuni Echinidi miocenici nel gruppo delle M. Majella. *Att. Soc. It. Sc. Nat.*, XLVII, p. 258-260, pl. VI.
345. 1909. — PREVER (P.-L.). Le formazioni ad Orbitoidi di Rosignano Piemonte e dintorni. *Boll. Soc. Geol. It.*, vol. XXVIII, p. 146-156.
346. 1908-1909. — STEFANINI (G.). Echini del Miocene medio dell' Emilia. *Palæontog. Italica* (XIV), p. 65-120, pl. XIII-XVI; (XV), p. 57-114, pl. V, VI.
- 346 bis. 1910. — SACCO (F.). L'Apennino meridionale. *Boll. Soc. Geol. Ital.*, XXX p. 287-337, pl. VIII.
- 346 ter. 1911. — MIGLIORINI (G.). Sul calcare miocenico casentino (Toscana). *Boll. Soc. Geol. It.*, XXX.
- 346 quater. 1911. — SACCO (F.). La Puglia. *Boll. Soc. Geol. It.*, XXX, p. 529-609. 1 carte.
347. 1912. — LUPANO (G.). Cenni geologici sui dintorni di Camino Monferrato. *Att. Soc. It. Sc. Nat. Milano*, vol. II, p. 144-190, 3 fig.
- 347 bis. 1912. — PIAZ (G. DAL). Sull' esistenza del Pliocene marino nel Veneto. *Atti Ac. Sc. Ven. Trent. Ist. Br.* in-8°, 6 p.

MALTE et GOZO

348. 1843. — FORBES (E.). Note on the Fossils found by Lieut. Spratt in the several beds of the Tertiary Formation of Malta and Gozo. *Proceed. of the Geol. Soc. of London*, t. IV, p. 230-232.
349. 1855. — WRIGHT. On fossil Echinoderms from the Island of Malta. *Ann. and Mag. of Nat. Hist.* (2), vol. XV, p. 101-127, 175-196, 262-277, pl. IV-VII.
350. 1860. — HUTTON (F.-W.). Fossiliferous Localities in Malta. *The Geologist*, p. 275, 276.
351. 1864. — WRIGHT et ADAMS. On the fossil Echinidæ of Malta, with additionnal Notes on the Miocene Beds of the Island and the Stratigraphical Distribution of the Species therein. *Quart. Journ. Geol. Soc.*, XX, p. 470-491, pl. XXI, XXII.
352. 1874. — FUCHS (T.). Das Alter der Tertiärschichten von Malta. *Sitzungsber. d. K. Ak. d. Wiss.*, Bd. LXX, p. 92-103.
353. 1876. — FUCHS (T.). Ueber den sogenannten « Badner Tegel » aus Malta. *Sitzungsber. d. K. Ak. d. Wiss.*, LXXIII, p. 67-74, 1 pl.
354. 1890. — MURRAY (J.). The Maltese Islands. *Scott. Geogr. Mag.*, vol. VI, p. 449-488, 1 carte, 2 pl.
355. 1892. — GREGORY (J. W.). The Maltese fossil Echinoidea and their evidence on the correlation of the Maltese Rocks. *Trans. Roy. Soc. of Edinburgh*, XXXVI, p. 585-639, pl. I, II.
356. 1908. — STEFANINI (G.). Echini miocenici di Malta esistenti nel Museo di Geologia di Firenze. *Boll. Soc. Geol. It.*, XXVII, p. 435-483, pl. XVII.
357. 1909. — LAMBERT (J.). Liste des Échinides fossiles des terrains miocéniques de Malte. Supplément à la Description des Échinides fossiles des terrains miocéniques de la Sardaigne. *Mém. Soc. Pal. Suisse*, XXV, p. 134, 135.
358. 1912. — GULIA (G.). La Geologia ed i Fossili delle isole Maltesi (extr. Guida generale di Malta e Gozo per l'anno 1912), 30 p. Malte.
359. 1912. — LAMBERT (J.), *in*: Description des Échinides des terrains néogènes du Bassin du Rhône, fasc. II (voir p. 57-63, fig. 1).

MAROC (1)

360. 1872. — ETHERIDGE (R.). Appendix to Mr Maw's Paper on the Geology of Morocco being a Description of a New Genus of fossil Scutelloid from Saffé, N. Africa. *Quart. Journ. of the Geol. Soc. London*, t. XXVII, p. 97-102, fig. 1-4.
361. 1874. — BLEICHER. Sur la géologie des régions comprises entre Tanger, El-Araich et Meknes (Maroc). *C. R. A. S.*, LXXVIII, p. 1714.
362. 1874. — BLEICHER. Sur la Géologie du Maroc. *B. S. G. F.* (3), t. II, p. 315, 316.
363. 1905. — LAMBERT, *in* BOISTEL. Les fossiles néogènes du Maroc rapportés par M. Paul Lemoine. *B. S. G. F.* (4), t. V, p. 201-208.
364. 1905. — LEMOINE (P.). Mission dans le Maroc occidental. Automne 1904. Rapport au Comité du Maroc. Vol. in-8°, 219 p., 62 fig. (voir p. 159, fig. 37, 38). Paris.
365. 1908. — GENTIL (A.) et BOISTEL. Sur des gisements pliocènes de la côte occidentale du Maroc. *B. S. G. F.* (4), t. VIII, p. 7, 8.
366. 1912. — NATANELLI. *Clypeaster* du Miocène de Taourirt (Sud Marocain), recueilli par le lieutenant Natanelli, présenté par M. Ch. Barrois. *Ann. Soc. Géol. Nord*, XLI, p. 100.

RHODES

367. 1832. — DESHAYES. Expédition scientifique de Morée, t. III, Zoologie, Mollusques.
368. 1877. — FISCHER. Paléontologie des terrains tertiaires de l'île de Rhodes. *Mém. Soc. Géol. Fr.* (3), t. III, 58 p. (Échinides, par COTTEAU.)

(1) J'ai cru utile d'indiquer ici certaines références se rapportant au Néogène du versant atlantique marocain.

ROUMANIE

369. 1885. — FUCHS (TH.). Tertiärfossilien aus dem Becken von Bahna (Rumänien). *Verh. d. K. K. Geol. R. A.*, p. 70-75.
 370. 1895. — REDLICH (K.-A.). Ein Beitrag zur Kenntniss des Tertiärs im Bezirke Gorju (Rumänien). *Verhandl. d. K. K. Geol. R. A.*, p. 330-334.
 370 bis. 1910. — MACOVEI (G.). Basenul terțiar de la Bahna (résumé en français). *Anuarul Inst. Géol. a României*, III, p. 57-164, 6 fig., pl. VI-XI, 1 carte.

SARDAIGNE

371. 1857. — MARMORA (A. DE LA). Voyage en Sardaigne (3^e partie, Description géologique). 2 vol. in-8°. Turin et Paris.
 372. 1857. — MENEGHINI. Paléontologie de l'île de Sardaigne, in de la Marmora (*op. cit.*), t. II, p. 609-615.
 373. 1887. — MARIANI et PARONA. Fossili tortoniani di capo S. Maria in Sardegna. *Att. Soc. It. Sc. Nat.*, XXX, p. 101-187.
 374. 1887. — PARONA. Appunti per la Paleontologia miocenica di Sardegna. *Boll. Soc. Geol. It.*, vol. VI, fasc. 3, 72 p.
 375. 1895. — COTTEAU. Description des Échinides recueillis par M. Lovisato dans le Miocène de la Sardaigne *Mém. Soc. Géol. France* (Paléontologie), XIII, 56 p., 7 pl.
 376. 1900. — AIRAGHI. Di alcuni Conoclepeidi. *Boll. Soc. Geol. It.*, t. XIX, p. 173-178, pl. I.
 377. 1902. — LOVISATO. Le specie fossili finora trovate nel calcare compatto di Bonaria e di San Bartolomeo. Br. in-8°, 22 p. Cagliari (publié par l'auteur).
 378. 1905. — AIRAGHI. Echinidi miocenici della Sardegna raccolti dal dott. Capeder. *Att. Soc. It. di Sc. Nat.*, XLIV, p. 209-217, 2 fig.
 379. 1906. — CAPEDER. Fibularidi del Miocene medio di San Gavino a Mare (Portotorres) Sardegna. *Boll. Soc. Geol. It.*, XXV, p. 495-534, pl. X.
 380. 1907. — CAPEDER. Sopra alcune forme teratologiche di Fibularidi del Miocene medio della Sardegna. *Riv. It. di Pal.*, XIII, fasc. I, p. 28-35, 6 fig.
 381. 1907-1908. — LAMBERT (J.). Description des Échinides fossiles des terrains miocéniques de la Sardaigne. *Mém. Soc. Pal. Suisse*, XXXIV et XXXV, 142 p., 11 pl.
 382. 1909. — LOVISATO (D.). *Clypeaster Pillai* Lov. *Palæontogr. Ital.*, XV, p. 297-302, pl. XXVII.
 383. 1910. — LOVISATO (D.). Una parola sul *Clypeaster Lovisatoi* Cotteau e specie nuove di *Clypeaster* ed *Echinolampas*. *Palæontogr. Ital.*, XVI, p. 137-146, pl. XVI-XVIII.
 384. 1911. — LOVISATO (D.). Nuove specie di *Clypeaster* del Miocene medio di Sardegna. *Riv. It. di Pal.*, XVII, fasc. 1-2, p. 29-36, 2 pl.
 385. 1911. — LOVISATO (D.). Altre specie nuove di *Clypeaster* del Miocene medio di Sardegna. *Boll. Soc. Geol. It.*, XXX, p. 457-472, pl. XVI, XVII.
 386. 1911. — LOVISATO (D.). Note di Paleontologia miocenica della Sardegna. Specie nuove di *Clypeaster* e di *Amphiope*. *Palæontogr. Ital.*, XVII, p. 37-48, pl. IV-VI.
 387. 1912. — LOVISATO (D.). Altro contributo echinologico con nuove specie di *Clypeaster* in Sardegna. *Boll. Soc. Geol. It.*, XXXI, p. 359-378, pl. XV, XVI.
 388. 1912. — LOVISATO (D.). Da Cagliari a Thiesi. Altre specie nuove di *Clypeaster* miocenici. *Palæontogr. Ital.*, XVIII, p. 129-140, pl. XX-XXII.

SICILE

389. 1841. — DELLE CHIAJE. Descrizione e notomia degli animali invertebrati della Sicilia citeriore.
 390. 1850-1855. — ARADAS. Monografia degli Echinidi viventi e fossili di Sicilia. *Att. Ac. Giovenica* (2), V (1850), VII (1851), VIII (1851), IX (1854), X (Appendice, 1855).
 390 bis. 1873. — SEGUENZA. Studi stratigrafici sulla formazione pliocenica dell'Italia meridionale. *Boll. Com. Geol. It.*, IV, p. 29-45, 84-103, 131-153. — Brevissimi cenni intorno la serie terziaria della Provincia di Messina. *Id.*, p. 255-270.

391. 1876. — STÖHR (E.). Il terreno pliocenico dei dintorni di Girgenti. *Boll. d. R. Com. Geol. d'It.*, VII, p. 447-474 (Échinides, p. 468).
- 391 bis. 1876. — FUCHS (I.) et BITTNER (A.). Le formazione plioceniche di Siracusa e Lentini. *Boll. R. Com. Geol. It.*, VI, p. 288-293.
392. 1880. — BALDACCI (L.) et MAZZETTI (L.). Notta sulla serie dei terreni nella regione solfifera di Sicilia. *Boll. Com. Geol. It.*, XI, p. 8-36, 10 fig.
393. 1880. — CAFICI. Sulla determinazione cronologica del calcare a selce piromaca e del calcare compatto e marnoso (forte e franco) ad echinidi e modelli di grandi bivalvi nella regione S. E. della Sicilia. *Boll. Com. Geol. It.*, XI, p. 492-505, 2 pl.
394. 1886. — BALDACCI. Descrizione geologica dell' Isola di Sicilia. *Mém. Carte Géol. It.*, 406 p., 10 pl., 1 carte.
395. 1906-1907. — CHECCHIA RISPOLI. Gli Echinidi viventi e fossili della Sicilia. *Palæontogr. Ital.*, XII (part. I), p. 85-95, pl. IV ; XIII (part. II), p. 199-231, pl. XVII-XX, 1 fig.

SUISSE

396. 1839-1840. — AGASSIZ (L.). Description des Échinodermes de la Suisse. 1^{re} partie, 101 p. ; 2^e partie, 107 p., 23 pl. in : *Nouv. Mém. Soc. Helvét. Sc. Nat.*
397. 1865. — HEER (O.). Die Urwelt der Schweiz. Vol. in-8°, 622 p., 18 pl., 368 fig., 1 carte (voir p. 440).
398. 1867. — MËSCH (C.). Der Aargauer Jura und die nördlichen Gebiete des Kantons Zürich. *Beitr. z. Geol. Karte d. Schweiz*, IV, 319 p., 10 pl.
399. 1870. — GREPPIN. Description géologique du Jura bernois. *Mat. pour la carte géol. de la Suisse*, VIII, 357 p., 8 pl.
400. 1872. — MAYER (K.). Systematisches Verzeichniss der Versteinerungen des Helvetiens der Schweiz und Schwabens. *Beitr. zur Geol. Karte der Schweiz*, XI, p. 477-534.
401. 1875-1876. — LORIOL (DE). Description des Échinides tertiaires de la Suisse. *Mém. Soc. Pal. Suisse* (II), p. 1-64, pl. I-VIII ; (III), p. 65-142, pl. IX-XXIII.
402. 1883. — GUTZWILLER et SCHALCH. Geologische Beschreibung der Kantone St-Gallen, Thurgau und Schaffhausen. *Beitr. z. Geol. Karte der Schweiz*, XIX, 140 p., 2 pl.
403. 1895. — DOUXAMI. Le Tertiaire des environs de Sainte-Croix (Jura Vaudois). *Eclog. Geol. Helvet.*, p. 419-422.

TRIPOLITAINE et CYRÉNAÏQUE

404. 1911. — GREGORY (J.-W.). The Geology of Cyrenaica. The fossil Echinoidea of Cyrenaica. *Quart. Journ.*, LXVII, p. 572-615, 4 fig., pl. XLII, et p. 661-679, pl. XLVII-XLIX.
405. 1911. — PERVINQUIÈRE (L.). Sur la géologie de l'Extrême-Sud de la Tunisie et de la Tripolitaine, spécialement des environs de Ghadames. *C. R. A. S.*, CLIII, p. 1183-1186. (Cite à Ben-Ghazi *Clypeaster acclivis* Pom.)
- 405 bis. 1912. — PERVINQUIÈRE (L.). Sur la géologie de l'Extrême-Sud Tunisien et de la Tripolitaine. *B. S. G. F.* (4), t. XII, p. 143-193, 18 fig., 2 pl.

TUNISIE

406. 1887. — ROLLAND (G.). Géologie de la région du lac Kelbia et du littoral de la Tunisie centrale. *B. S. G. F.* (3), t. XVI, p. 187-210, 8 fig.
407. 1889. — GAUTHIER (V.). Description des Échinides fossiles recueillis en 1885 et 1886 dans la région sud des Hauts Plateaux de la Tunisie par M. Philippe Thomas. *Explor. scient. de la Tunisie*. Vol. in-8°, 116 p. Atlas in-4°, 6 pl.
408. 1903. — PERVINQUIÈRE (L.). Étude géologique de la Tunisie centrale (thèse Fac. Sc. Paris). Carte géol. de la Tunisie. Vol. in-4°, 359 p., 42 fig., 3 pl., 1 carte (Néogène, p. 209-232).
409. 1909. — ALLEMAND-MARTIN. Aperçu sur la structure géologique de la péninsule du cap Bon (Tunisie). *C. R. A. S.*, CXLIX, p. 489-491.

LISTE ALPHABÉTIQUE DES ESPÈCES DÉCRITES OU DISCUTÉES

AMPHIOPE *Baquiri* Lamb., p. 136, 137.

--- *bioculata* Desm. (*Scutella*), p. 135 ; pl. V, fig. 1-8 ; pl. VI, fig. 1-12.

--- *bioculata* Desm. var. *drunensis* Lamb., p. 138.

--- *Boulei* nov. sp., p. 92, 94, 97 ; fig. 17, 18 ; pl. V, fig. 9.

--- *duffi* Greg., p. 92, 93, 97.

--- *elliptica* Des., p. 94-97, fig. 19-22 ; pl. VIII, fig. 1.

--- *Hollandei* Cott., p. 96, 97, 138.

--- *Montezemoloi* Lov., p. 138.

--- *perspicillata* Ag., p. 138.

--- *transversifora* Lamb., p. 97.

ARBACINA *Piæ* Lov., p. 80, 81 ; pl. I, fig. 9.

BRISSUS *Bastie* Oppenh., p. 122, 123 ; pl. XV, fig. 4, 4 a, 4 b, 4 c, 4 d, 4 e.

BRISSUS sp., p. 123, fig. 37.

Cidaris oligocenus Greg., p. 80.

CLYPEASTER *acuminatus* Des., p. 140, 141 ; pl. X, fig. 4, 4 a, 5, 6 (différentes formes).

--- *alticostatus* Mich., p. 147-149 ; pl. IX, fig. 5, 5a.

--- *altus* Klein (différentes formes), p. 145-149 ; pl. IX, fig. 2, 2 a, 3, 3 a, 4, 4 a (forme typique et stades jeunes).

--- *campanulatus* Schloth., p. 105.

--- *crassicostatus* Ag., p. 103.

--- *grandiflorus* Bronn., p. 103, 104 ; pl. X, fig. 2.

--- *laganoides*, Ag., p. 142-145, fig. 41 ; pl. VIII, fig. 3, 4, 5, 6, 11.

--- *latirostris* Ag. (diverses variétés), p. 142-145 ; pl. VIII, fig. 7, 7 a, 8, 8 a, 9, 9 a, 10, 10 a.

--- *marginatus* Lmk., p. 102, 105, 106 ; fig. 25, 26.

--- *Martini* Desm., p. 98, 100 ; pl. XI, fig. 1-4.

--- *pentadactylus* Per. et Gauth., p. 102-104 ; pl. X, fig. 1, 1 a ; pl. XIII, fig. 1, 1 a.

--- *portentosus* Desm., p. 148, 149 ; pl. VII, fig. 1-6.

--- *pyramidalis* Mich., p. 148, 149 ; pl. X, fig. 3.

--- *Reidii* Wr., p. 139-141 ; pl. X, fig. 5.

--- *scutellatus* de Serres, p. 101, 102, fig. 24 ; pl. VII, fig. 5, 6.

--- *tauricus* Des., p. 146-149.

--- *Zumoffeni* de Lor., p. 104, 105 ; pl. IX, fig. 1, 1 a.

CYATHOCIDARIS *avenionensis* Desm. (*Cidarites*), p. 79-80, fig. 9 ; pl. I, fig. 1-8.

ECHINOCYAMUS *stellatus* Cap., p. 86, 87 ; pl. VII, fig. 7-11.

ECHINOLAMPAS *amplus* Fuchs, p. 109.

- ECHINOLAMPAS *angulatus* Mer., p. 111, 112 ; pl. XI, fig. 7, 7 a ; pl. XII, fig. 8, 10.
 — *barcinensis* Lamb., p. 109.
 — *doma* Pom. (*Hypsoclypus*), p. 109-111 ; pl. VIII, fig. 2 ; pl. XI, fig. 5 ; pl. XIII, fig. 8.
 — *Pignatarii* Air., p. 110, 111 ; pl. XI, fig. 6.
 — *scutiformis* Leske, p. 111, 112 ; pl. XI, fig. 7, 7 a ; pl. XII, fig. 8-10.
 — *Spanoi* Lov., p. 109.
 — *subhemisphaericus* Pom., p. 109.
 — *Tagliaferroi* nov. sp., p. 108, 109, fig. 28 ; pl. XII, fig. 7, 7 a.
- ECHINOMETRA *miocenica* de Lor., p. 85, 86, 131, fig. 12.
- ECHINONEUS *cyclostomus* Leske, p. 106, 107 ; pl. XII, fig. 1, 1 a, 1 b, 2, 2 a, 2 b.
 — *cyclostomus* Leske var. *Haugi* nov., p. 106-108, fig. 27 ; pl. XII, fig. 3-6.
- EUSPATANGUS *melitensis* Greg. (*Métalia*), p. 123, 124 ; p. IX, fig. 9.
- FIBULARIA *melitensis* Lamb., p. 86, 87 ; pl. VII, fig. 7-11.
 — *Pellati* Lamb., p. 87.
- Mariania *Marmoræ* Air, p. 124.
- PARASALENIA *Fontannesii* Cott., p. 128-131, fig. 38 ; pl. II, fig. 1-21.
 — *gratiosa* Ag., p. 128-130, fig. 39.
- PERICOSMUS *latus* Ag., et var. *minor* nov., p. 113, 120-122, fig. 36 ; pl. XV, fig. 5, 5 a, 6, 6 a.
- PSAMMECHINUS *coronalis* Lamb., p. 81, 82 ; pl. I, fig. 10-14.
- SCHIZASTER *calceolus* Lamb., p. 118, 119.
 — *Desori* Wr., p. 113, 114 ; pl. XIV, fig. 7.
 — *eurynotus* Ag., p. 114, 115, fig. 29 ; pl. XIV, fig. 1-6.
 — *Gennevauxi* nov. sp., p. 115-117, fig. 30-31.
 — *Lovisatoi* Cott., p. 118-120, fig. 32-34 ; pl. XIII, fig. 2 7.
 — *sardiniensis* Cott., p. 120, fig. 35 ; pl. XIV, fig. 8, 8 a.
 — *ventiensis* Lamb., p. 119.
- SCHIZECHINUS *Duciei* Wr., p. 83, 84, fig. 10, 11 ; pl. I, fig. 15, 15 a, 16, 16 a, 16 b.
 — *saheliensis* Pom. (*Anapesus*). Idem.
- SCUTELLA *Agassizi* Oppenh., p. 89.
 — *gibbercula* de Serres, p. 101, 102.
 — *Jacquemeti* de Lor., p. 89, 91.
 — *leognanensis* Lamb., p. 91.
 — *melitensis* Air., p. 87, 88, 89 ; pl. IV, fig. 7, 7 a.
 — *Michaleti* Lamb., p. 87, 88, 93, fig. 13, 14.
 — *paulensis* Ag., p. 131-135, fig. 40 ; pl. III, fig. 1-9 ; pl. IV, fig. 1-6.
 — *striatula* de Serres, p. 88-92, fig. 15, 16.
 — *subrotunda* Leske (*Echinodiscus*), non Agassiz, p. 87.
 — *tarraconensis* Lamb., p. 92.
- SPATANGUS *Marmoræ* Des. (*Macropneustes*), p. 124-126 ; pl. XV, fig. 1, 1 a, 1 b, 1 c, 2
 — *pustulosus* Wr., p. 126.
- TRIPNEUSTES *gahardensis* Seunes (*Hipponæ*), p. 85.
 — *Parkinsoni* Ag., p. 84, 85 ; pl. I, fig. 17.
 — *planus* Ag. (*Echinus*), p. 85.
- TRISTOMANTHUS *Meslei* Gauth. (*Echinanthus*), p. 112 ; pl. XII, fig. 11, 11 a, 11 b, 11 c.
 — *Spratti* Wr. (*Pygorynchus*), p. 113 ; pl. XI, fig. 8, 8 a, 9, 10.

EXPLICATION DES PLANCHES

EXPLICATION DES PLANCHES

PLANCHE I

Fig.

1-8. — *Cyathocidaris avenionensis* Desmoulins (*Cidaris*). — Un interambulacre provenant des Angles (Gard). — Burdigalien supérieur. — Radioles et fragments de plaques interambulacraires recueillis aux environs de Sausset (Bouches-du-Rhône). — Aquitanien supérieur (couches à Lépidocyclines).

Les radioles et les plaques interambulacraires $\times 2$. — Collection Cottreau.

9. — *Arbacina Pia* Lovisato. — Profil $\times 6$. — Malte. — Couches de passage entre le Lower Coralline Limestone et le *Globigerina* Limestone. — Néogène inférieur. — Collections du British Museum of Natural History (M. Cooke), E. 4304.

10-12. — *Psammechinus coronalis* Lambert. — Face supérieure, face inférieure, profil. — Cap de Nautes, près la crique Barqueroute, entre Sausset et Carry (Bouches-du-Rhône). — Aquitanien supérieur (couches marneuses à Lépidocyclines). — Collection Cottreau.

13, 14. — *Psammechinus coronalis* Lamb. — Aire ambulacraire et aire interambulacraire du même exemplaire $\times 5$.

15, 15 a. — *Schizochinus Duciei* Wright. — Malte. — Upper Coralline Limestone. — Tortorien. — Face inférieure et profil. — Collection Cottreau.

16, 16 a, 16 b. — *Schizochinus Duciei* Wright (= *Anapesus sahelensis* Pomel). — Face inférieure et profil. Appareil apical $\times 3$. — Ferme d'Arbal près Oran. — Sahélien. — Collections de l'École des Mines.

17. — *Tripneustes Parkinsoni* Agassiz. — Fos (Bouches-du-Rhône). — Burdigalien supérieur. — Appareil masticateur. — Collection Cottreau.

Sauf indications contraires, les échantillons sont figurés de grandeur naturelle.

PLANCHE II

Fig.

1-14. — *Parasalenia Fontannesii* Cottreau. — Aquitanien supérieur. — Divers gisements à l'W. de Sausset (Bouches-du-Rhône) : 1° à l'est de la calanque du Petit-Nid; 2° calanque du Petit-Nid, côté W.; 3° entre la crique du Grand Nid et l'îlot près le Grand-Vallat. — Les échantillons sont de grandeur naturelle. — Ceux numérotés 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 14 sont, en outre, figurés au bas de la planche $\times 2$. — Ceux numérotés 11 c et 13 e ont été figurés $\times 3$. — Collection Cottreau.

15-20. — *Parasalenia Fontannesii* Cottreau. — Aquitanien supérieur. — Crique Barqueroute, côté E., entre le Rouet et Carry (Bouches-du-Rhône). — Divers échantillons figurés de grandeur naturelle. — Collection Cottreau.

21. — *Parasalenia Fontannesii* Cottreau. — Aquitanien supérieur. — Calanque du Petit-Nid à l'W. de Sausset (Bouches-du-Rhône). — Spécimen ayant conservé intact l'appareil apical $\times 3$. — Collection Cottreau.

PLANCHE III

Fig.

1, 1 a, 1 b, 2. — *Scutella paulensis* Ag. — Deux exemplaires, l'un vu par les deux faces et de profil. Stades jeunes. — Burdigalien inférieur (mollasse sableuse). — Saint-Restitut, près Saint-Paul-trois-Châteaux (Drôme), au ravin des Givagières. — Collection Cottreau.

3-8. — *Scutella paulensis* Ag. — Différents stades. — Même niveau, même provenance. — Collection Cottreau.

9. — *Scutella paulensis* Ag. — Fragment décortiqué montrant à la face supérieure interne l'interruption des piliers dans un interambulacre sur l'emplacement occupé par la glande génitale. — Burdigalien inférieur (mollasse à *Clypeaster Martini* Desm.) entre la calanque du Petit-Nid et le port de Sausset (Bouches-du-Rhône).

Tous les échantillons sont figurés de grandeur naturelle.

PLANCHE IV

Fig.

1-5. — *Scutella paulensis* Ag. — Divers exemplaires recueillis dans la même couche. — Burdigalien inférieur (mollasse sableuse). — Saint-Restitut, près Saint-Paul-trois-Châteaux (Drôme), au ravin des Givagières. — Collection Cottreau.

6. — *Scutella paulensis* Ag. — Exemplaire du même gisement dont la face supérieure a été enlevée montrant le moulage interne des ambulacres, des glandes génitales et le système des piliers (ce moulage est naturel). — Collection Cottreau.

7, 7 a. — *Scutella melitensis* Airag. — Stade jeune; face inférieure; profil. — Aquitanien (Lower Coralline Limestone). — Ile de Gozo (ravin de Dabrani entre Citta Vittoria et S. Paolo). — Collection Cottreau.

Tous les exemplaires sont figurés de grandeur naturelle.

PLANCHE V

Fig.

1-8. — *Amphiope bioculata* Desm. — Divers stades de développement. — Helvétien marno-sableux. — Saint-Christol, près Nissan (Hérault). — Collection Cottreau.

Les échantillons, vus par leur face inférieure et numérotés 5, 6, 7, 8 sont ceux figurés pl. VI, vus par leur face supérieure, numérotés 6, 4, 10, 2.

9. — *Amphiope Boulei* nov. sp. — Aquitanien (couches à *P. subpleuronectes* d'Orb, et *Scutella Michaleti* Lamb.). — Cap de Nautes entre l'anse du Rouet et la crique Barqueroute à l'est de Carry (Bouches-du-Rhône). — Collection Cottreau.

Tous les échantillons sont figurés de grandeur naturelle.

PLANCHE VI

Fig.

1-11. — *Amphiope bioculata* Desm. — Divers stades de développement. — Helvétien marno-sableux. — Saint-Christol, près Nissan (Hérault). — Collection Cottreau.

12. — *Amphiope bioculata* Desm. — Péristome $\times 4$. — Même provenance, même niveau. — Collection Cottreau.

Tous les échantillons sont figurés de grandeur naturelle.

PLANCHE VII

Fig.

1. — *Clypeaster altus* Klein, var. *portentosus* Desm. — Profil droit. — Helvétien (sables calcaires à *Heterostegina depressa* d'Orb.). — Briatico (province de Catanzaro), Calabre. — Collection Cottreau.

2. — Le même échantillon ouvert, montrant la structure interne et l'appareil masticateur en place.

3, 4. — Appareil masticateur d'un autre exemplaire de la même provenance, vu sur ses deux faces. — Collections de Paléontologie du Muséum d'Histoire naturelle.

5, 6. — *Clypeaster scutellatus* M. de Serres. — Face supérieure et face inférieure. — Exemplaire de la collection M. de Serres. Type probable de l'espèce. — Provenance non indiquée (d'après Michelin, le type fragmenté provenait des environs de Barcelone). — Burdigalien (*vide* Lambert). — Collections du Laboratoire de géologie de l'Université de Paris.

7, 8. — *Echinocyamus stellatus* Caped. — Face supérieure et profil $\times 6$. — Aquitanien supérieur (niveau intermédiaire entre le « *Globigerina* Limestone » et le « Lower Coralline Limestone »). — Malte. — Collections du British Museum of Natural History (catalogué E. 11323).

9, 10, 11. — *Echinocyamus stellatus* Caped. — Autre échantillon. — Face supérieure, profil, face inférieure $\times 6$. — Même niveau, même provenance. — Collections du British Museum of Natural History.

Sauf les *Echinocyamus* $\times 6$, toutes les autres figures sont de grandeur naturelle.

PLANCHE VIII

Fig.

1. — *Amphiope elliptica* Desor, T. 93. — Échantillon type de l'espèce (collection Michelin à l'École des Mines) vu par la face supérieure. — « Carry (Bouches-du-Rhône). Molasse » (étiquette manuscrite de Michelin).

2. — *Echinolampas doma* Pom. (*Hypsoclypus*). — Face supérieure. — Burdigalien (*Globigerina* Limestone). — Malte. — Collections de l'Université de Valletta.

3, 5, 6. — *Clypeaster latirostris* Ag. var. *laganoides* Ag. — Burdigalien. — Santa Manza, près Bonifacio (Corse). — Collection Peron au Muséum d'Histoire naturelle (Paléontologie).

4. — *Clypeaster latirostris* Ag. var. *laganoides* Ag. — Même niveau, même localité. — Exemplaire de la collection Michelin étiqueté de sa main *Cl. latirostris junior*. — Collections de l'École des Mines.

7, 7 a. — *Clypeaster latirostris* Ag. — Face supérieure et profil gauche. — Burdigalien. — Environs de Bonifacio (Corse). — Collection Peron au Muséum d'Histoire naturelle (Paléontologie).

8, 8 a. — *Clypeaster latirostris* Ag. var. *ventiencis* Lamb. — Face supérieure et profil. — Burdigalien. — Saint-Jeannet, près Vence (Alpes-Maritimes). — Collection d'Orbigny [11208] au Muséum d'Histoire naturelle (Paléontologie).

9, 9 a. — *Clypeaster latirostris* Ag. var. *subovalis* Lamb. — Face supérieure et profil droit. — Burdigalien. — Molasse de Vence (Alpes-Maritimes). — Collection de l'École des Mines (coll. Fontannes).

10, 10 a. — *Clypeaster latirostris* Ag. var. *tourettensis* Lamb. — Burdigalien. — Environs de Bonifacio (Corse). — Collection Peron au Muséum d'Histoire naturelle (Paléontologie).

11. — *Clypeaster latirostris* Ag. var. *laganoides* Ag. — Appareil apical $\times 5$. — Burdigalien. — Santa Manza, près Bonifacio (Corse). — Collection Peron au Muséum d'Histoire naturelle (Paléontologie).

Sauf la figure 11, tous les échantillons sont représentés de grandeur naturelle.

PLANCHE IX

Fig.

1, 1 a. — *Clypeaster Zumoffeni* de Lor. — Face supérieure, profil gauche. — Vindobonien. — Chemin de fer de Beyrouth à Damas (Syrie). — Collection Puzenat.

2, 2 a. — *Clypeaster altus* Klein. — Face supérieure, profil gauche. — Helvétien (Greensand). — Malte. — Collections de l'Université de Valletta.

3, 3 a. — *Clypeaster altus* Klein (stade jeune). — Face supérieure, profil. — Greensand. — Malte. — Collections de l'Université de Valletta.

4, 4 a. — *Clypeaster altus* Klein (stade jeune). — Face supérieure, profil. — Même niveau, même provenance. — Exemplaire déformé.

5. — *Clypeaster altus* Klein var. *alticostatus* Mich. — Profil droit. — Helvétien (Greensand). — Malte (Madalena Cliff). — Collection Cottreau.

5 a. — Appareil apical du même échantillon $\times 5$.

6. — *Clypeaster altus* Klein var. *pyramidalis* Mich. — Profil gauche de l'échantillon figuré pl. X, fig. 3. — Greensand. — Malte. — Collections de l'Université de Valletta.

7. — *Clypeaster altus* Klein var. *alticostatus* Mich. — Profil droit. — Helvétien sableux à *Heterostegina depressa* d'Orb. — Briatico (province de Catanzaro), Calabre. — Collection Cottreau.

8. — *Clypeaster altus* Klein var. *tauricus* Desm. — Profil droit. — Helvétien (Greensand). — Malte. — Collection Cottreau.

9. — *Euspatangus melitensis* Greg. — Face supérieure. — Burdigalien (*Globigerina* Limestone). — Collections de l'Université de Valletta.

Tous les échantillons sont figurés de grandeur naturelle, sauf l'appareil apical, fig. 5 a $\times 5$.

PLANCHE X

Fig.

1, 1 a. — *Clypeaster pentadactylus* Per. et Gauth. — Face supérieure. — Profil droit. — Burdigalien supérieur. — Istres (Bouches-du-Rhône). — Collections du laboratoire de Géologie de l'Université de Paris.

2. — *Clypeaster grandiflorus* Bronn. — Profil gauche. — Ipolság (Hongrie). — Collection Michelin à l'École des Mines.

3. — *Clypeaster altus* Klein var. *pyramidalis* Mich. — Face supérieure. — Helvétien (Greensand). — Collections de l'Université de Valletta.

4, 4 a. — *Clypeaster acuminatus* Des. (forme intermédiaire). — Face supérieure, profil gauche. — Tortonien (Upper Coralline Limestone). — Malte. — Collections de l'Université de Valletta.

5. — *Clypeaster acuminatus* Des. var. *Reidii* Wr. (forme bombée). — Profil droit. — Même niveau, même provenance. — Collection Cottreau.

6. — *Clypeaster acuminatus* Des. (forme typique acuminée). — Profil gauche. — Même niveau, même provenance. — Collections de l'Université de Valletta.

Tous les échantillons sont figurés de grandeur naturelle.

PLANCHE XI

Fig.

1-3. — *Clypeaster Martini* Desm. (*Clypeaster Martini* Desm.). — Néotype figuré par Michelin in Monographie des Clypeâtres fossiles, pl. XXXV, fig. 1. — Corse. — Burdigalien. — Exemple de la collection Michelin à l'École des Mines. — Face supérieure, face inférieure, profil.

4. — *Clypeaster Martini* Desm. — Face inférieure. — Burdigalien inférieur, entre la calanque du Petit-Nid et le port de Sausset (Bouches-du-Rhône). — Collection Cottreau.

5. — *Echinolampas doma* Pom. (*Hypsoclypus*). — Face inférieure. — Burdigalien (*Globigerina* Limestone). — Malte (environs de Citta-Vecchia). — Collection Cottreau.

6. — *Echinolampas doma* Pom. var. *Pignatarii* Airaghi (*Hypsoclypus hemisphaericus* Greg.). — Péristome vu par la face interne, montrant l'absence d'appareil masticateur. — Helvétien (Greensand). — Malte (Madalena Cliff). — Collection Cottreau.

7, 7 a. — *Echinolampas scutiformis* Leske var. *angulatus* Merian. — Face supérieure, profil gauche. — Burdigalien (*Globigerina* Limestone), moule en phosphate. — Malte. — Collections de l'Université de Valletta.

8, 8 a. — *Tristomanthus Spratti* Wr. (*Pygorynchus*). — Face supérieure, face inférieure. — Burdigalien (*Globigerina* Limestone), moule en phosphate. — Malte (environs de Citta-Vecchia).

9, 10. — *Tristomanthus Spratti* Wr. (*Pygorynchus*). — Deux échantillons. — Burdigalien (mollasse gréso-calcaire). — Saint-Florent (Corse).

Tous les échantillons sont figurés de grandeur naturelle.

PLANCHE XII

Fig.

1, 1 a, 1 b, 2, 2 a, 2 b. — *Echinoneus cyclostomus* Leske. — Océan Pacifique (actuel).

3-6. — *Echinoneus cyclostomus* Leske var. *Haugi* nov. — Divers échantillons. — Aquitanien supérieur (mollasse gréseuse à *Lépidocyclines* et *Parasalenia Fontannesii* Cott.). — Calanque du Petit-Nid, près Sausset (Bouches-du-Rhône). — Collection Cottreau.

7, 7 a. — *Echinolampas Tagliaferroi* nov. sp. — Face supérieure, face inférieure. — Burdigalien (*Globigerina* Limestone). — Malte. — Collections de l'Université de Valletta.

8. — *Echinolampas scutiformis* Leske var. *angulatus* Merian. — Profil gauche. — Route de Saint-Restitut à Bollène (Drôme), au-dessus du ravin des Givagières. — Burdigalien supérieur (mollasse marno-calcaire). — Collection Cottreau.

9, 10. — *Echinolampas scutiformis* Leske var. *angulatus* Merian. — Profil gauche de deux exemplaires. — Burdigalien. — Saint-Restitut (Drôme). — Collection Michelin à l'École des Mines.

11, 11 a, 11 b, 11 c. — *Tristomanthus Meslei* Gauthier (*Echinanthus*). — Face supérieure, face inférieure, profil gauche, partie postérieure d'un même échantillon. — Burdigalien supérieur (mollasse à *Lithothamnium*). — Falaises en bordure de l'étang de Berre, près Istres (Bouches-du-Rhône).

Tous les échantillons sont figurés de grandeur naturelle.

PLANCHE XIII

Fig.

1, 1 a. — *Clypeaster pentadactylus* Per. et Gauth. (stade jeune). — Face supérieure, profil droit. — Burdigalien supérieur. — Istres (Bouches-du-Rhône). — Exemplaire de la collection du laboratoire de géologie de l'Université de Paris.

2, 2 a, 2 b. — *Schizaster Lovisatoi* Cott. — Face supérieure, profil, face inférieure. — Burdigalien. — Capo Bianco, près Bonifacio (Corse). — Collection Peron au Muséum d'Histoire naturelle (Paléontologie).

3. — *Schizaster Lovisatoi* Cott. — Face supérieure. — Burdigalien. — Fontaine de Cadelabra, près Bonifacio. — Collection Cottreau.

4, 4 a, 4 b. — *Schizaster Lovisatoi* Cott. — Burdigalien supérieur. — Promontoire de Tamaris, près le cap Couronne (mollasse gréseuse). — La face inférieure est déformée. — Collection Cottreau.

5. — *Schizaster Lovisatoi* Cott. — Autre échantillon du même gisement, vu de profil. La face inférieure est normale ; la carène postérieure brisée est restaurée en pointillé.

6. — *Schizaster Lovisatoi* Cott. — Burdigalien supérieur. — Promontoire de Tamaris, près le cap Couronne (Bouches-du-Rhône). — Péristome et sternum $\times 3$. — Collection Cottreau.

7, 7 a. — *Schizaster Lovisatoi* Cott. (stade jeune). — Face supérieure, profil. — Promontoire de Tamaris. — Collection Cottreau.

8. — *Echinolampas doma* Pomel. — Appareil apical $\times 3$ de l'exemplaire figuré pl. XI, fig. 5. — Burdigalien (*Globigerina* Limestone). — Malte. — Collection Cottreau.
Sauf les figures 6 et 8 $\times 3$, les échantillons sont figurés de grandeur naturelle.

PLANCHE XIV

Fig.

- 1, 1 a. — *Schizaster eurynotus* Ag. (in Sism.). — Face supérieure, profil. — Burdigalien (*Globigerina* Limestone). — Malte. — Collections de l'Université de Valletta.
2. — *Schizaster eurynotus* Ag. — Face inférieure. — Burdigalien. — Environs de Bonifacio (Corse). — Collection Peron au Muséum (Paléontologie).
3, 4. — *Schizaster eurynotus* Ag. — Faces supérieures. — Même collection, même provenance.
5, 5 a. — *Schizaster eurynotus* Ag. — Face supérieure, profil. — Burdigalien (*Globigerina* Limestone). — Malte. — Collection Cottreau.
6. — *Schizaster eurynotus* Ag. — Appareil apical vu par le côté interne (on remarque au milieu et en dessous des quatre pores génitaux l'attache du canal hydrophore) $\times 3$. — Burdigalien (*Globigerina* Limestone). — Malte. — Collections de l'Université de Valletta.
7. — *Schizaster Desori* Wright. — Burdigalien (*Globigerina* Limestone). — Malte. — Collection Cottreau.
8, 8 a. — *Schizaster sardiniensis* Cott. — Burdigalien (*Globigerina* Limestone). — Malte. — Collection Cottreau.

Tous les échantillons sont figurés de grandeur naturelle, sauf l'appareil apical fig. 6 $\times 3$.

PLANCHE XV

Fig.

- 1, 1 a, 1 b. — *Spatangus Marmoræ* Desor (*Macropneustes*). — Face inférieure, profil droit, face supérieure. — Burdigalien. — Fontaine de Cadelabra, près Bonifacio (Corse). — Collection Cottreau.
1 c. — *Spatangus Marmoræ* Desor. — Fasciole sous-anale (fragment) $\times 6$ du même échantillon.
2. — *Spatangus Marmoræ* Desor (*Macropneustes*). — Face supérieure. — Burdigalien (*Globigerina* Limestone). — Malte. — Collection Cottreau.
3. — *Euspatangus*? sp. — Face supérieure. — Aquitanien supérieur (mollasse gréseuse à *Cidaris avenionensis* Desm. et *Psammechinus coronalis* Lamb.). — Entre le Grand-Vallat et Sausset (Bouches-du-Rhône). — Collection Cottreau.
4, 4 a, 4 b, 4 c, 4 d. — *Brissus Bastiæ* Oppenh. — Aquitanien supérieur (mollasse gréseuse à *Parasalenia Fontannesi* Cott, *Psammechinus coronalis* Lamb., Lépidocyclines, etc.). — Cap de Nautes, à l'est de la crique Barqueroute, entre Carry et le Rouet (Bouches-du-Rhône). — Collection Cottreau.
4 e. — *Brissus Bastiæ* Oppenh. — Exemplaire du même gisement. — Face supérieure $\times 3$.
5, 5 a. — *Pericosmus latus* Ag. — Face supérieure, profil. — Burdigalien. — Environs de Bonifacio (Corse). — Collection Cottreau à l'École des Mines.
6, 6 a. — *Pericosmus latus* Ag. var. *minor* nov. — Face supérieure, profil. — Burdigalien (*Globigerina* Limestone). — Malte. — Collections de l'Université de Valletta.
7. — *Pericosmus latus* Ag. var. *minor* nov. — Fragment de la face supérieure $\times 3$, montrant des ramifications de la fasciole péripétale près du sillon ambulacraire impair. — Exemplaire transformé en phosphate. — Même provenance. — Collections de l'Université de Valletta.
Sauf indications contraires, les échantillons sont figurés de grandeur naturelle.

RÉPARTITION DES PRINCIPAUX GENRES D'ÉCHINIDES DANS LE BASSIN MÉDITERRANÉEN DURANT LE NÉOGÈNE SUPÉRIEUR



LÉGENDE

A <i>Arbacia</i>	Ec. <i>Echinus</i>
B <i>Brissopsis</i>	Ed. <i>Echinocardium</i>
Br. <i>Brissus</i>	Es. <i>Echinocyamus</i>
C <i>Cidaris</i>	O <i>Opissaster</i>
Cl. <i>Clypeaster</i>	P <i>Plegiocidaris</i>
Cs. <i>Centrostephanus</i>	S <i>Schizaster</i>
D <i>Dorocidaris</i>	Sc. <i>Schizechinus</i>
Dd. <i>Diadema</i>	Sp. <i>Spatangus</i>
E <i>Echinolampas</i>	St. <i>Stirechinus</i>



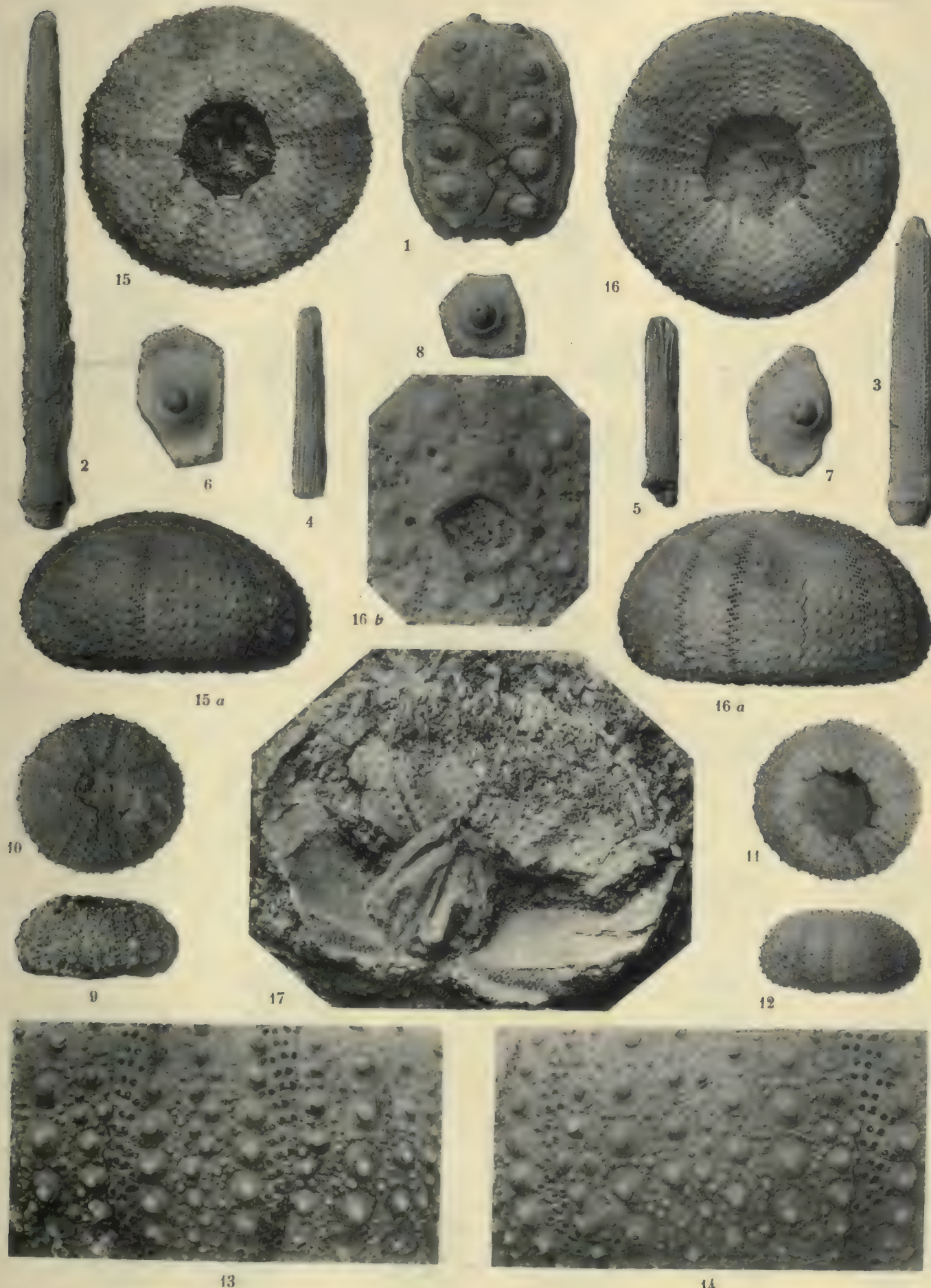
RÉPARTITION DES PRINCIPAUX GENRES D'ÉCHINIDES DANS LE BASSIN MÉDITERRANÉEN DURANT LE NÉOGÈNE MOYEN



LÉGENDE

A <i>Arbacia</i>	E <i>Echinolampas</i>	Ps. <i>Psammecinus</i>
Ap. <i>Amphiope</i>	Em. <i>Echinometra</i>	R <i>Rhabdocidaris</i>
B <i>Brissopsis</i>	Es. <i>Echinocyamus</i>	S <i>Schizaster</i>
Bs. <i>Brissus</i>	H <i>Hypsocypus</i>	Sb. <i>Schizobrissus</i>
C <i>Cidaris</i>	Hb. <i>Heterobrissus</i>	Sc. <i>Schizechinus</i>
Cl. <i>Clypeaster</i>	L <i>Lerocidaris</i>	Sp. <i>Spalangus</i>
Cs. <i>Centrostephanus</i>	M <i>Maretia</i>	St. <i>Stirechinus</i>
D <i>Dorocidaris</i>	Per. <i>Pericosmus</i>	Stl. <i>Scutella</i>
Dd. <i>Diadema</i>	Ph. <i>Phormosoma</i>	Tp. <i>Triplonites</i>



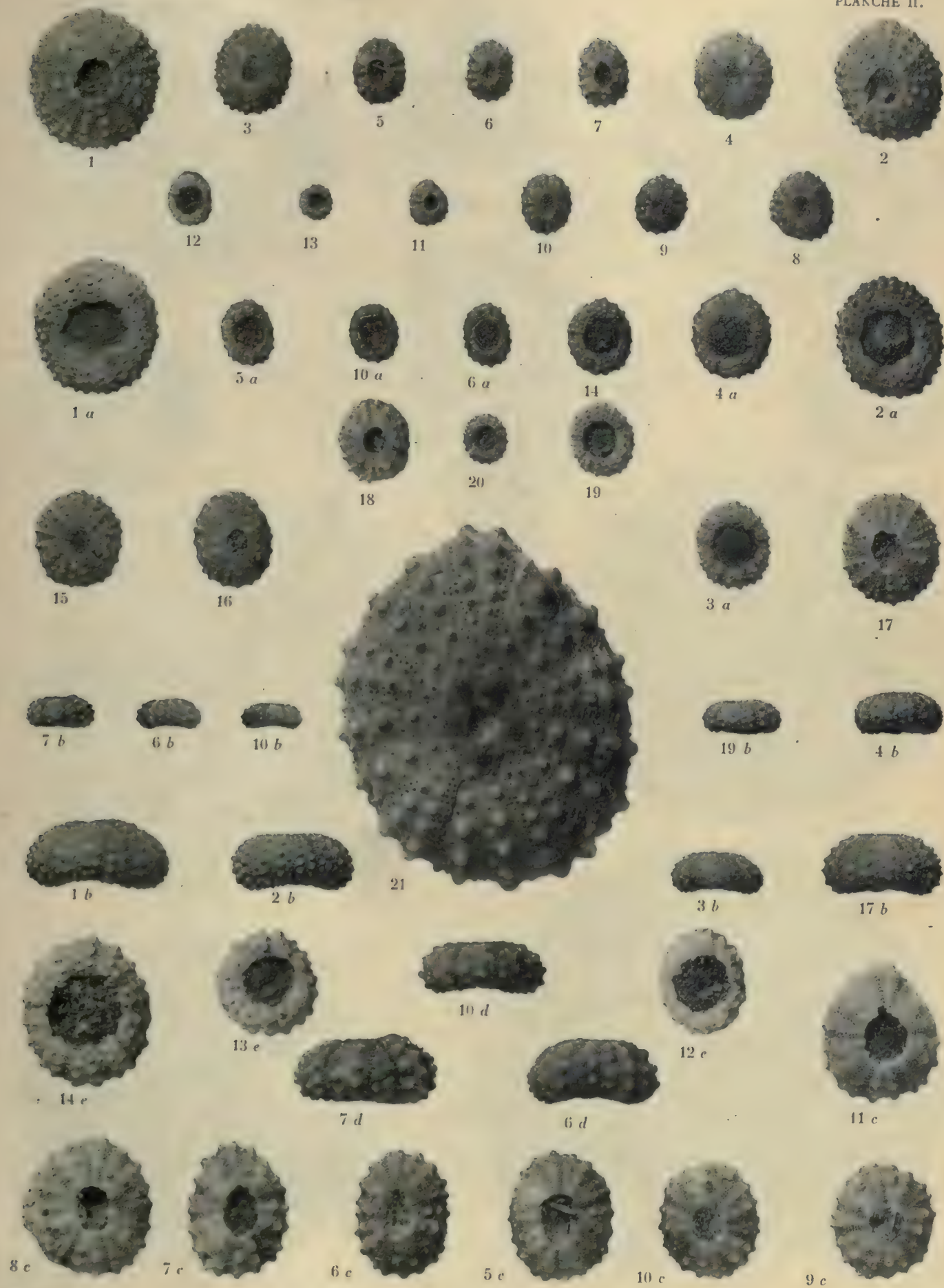


Clichés Cintract

Phototypie G. Chivot

ECHINIDES DU NÉOGÈNE MÉDITERRANÉEN

Cyathocidaris - Arbacina - Psammechinus - Schizechinus - Tripneustes.



Clichés Cintract

Phototype G. Chivot

ECHINIDES DU NÉOGÈNE MÉDITERRANÉEN

Parasalenia.

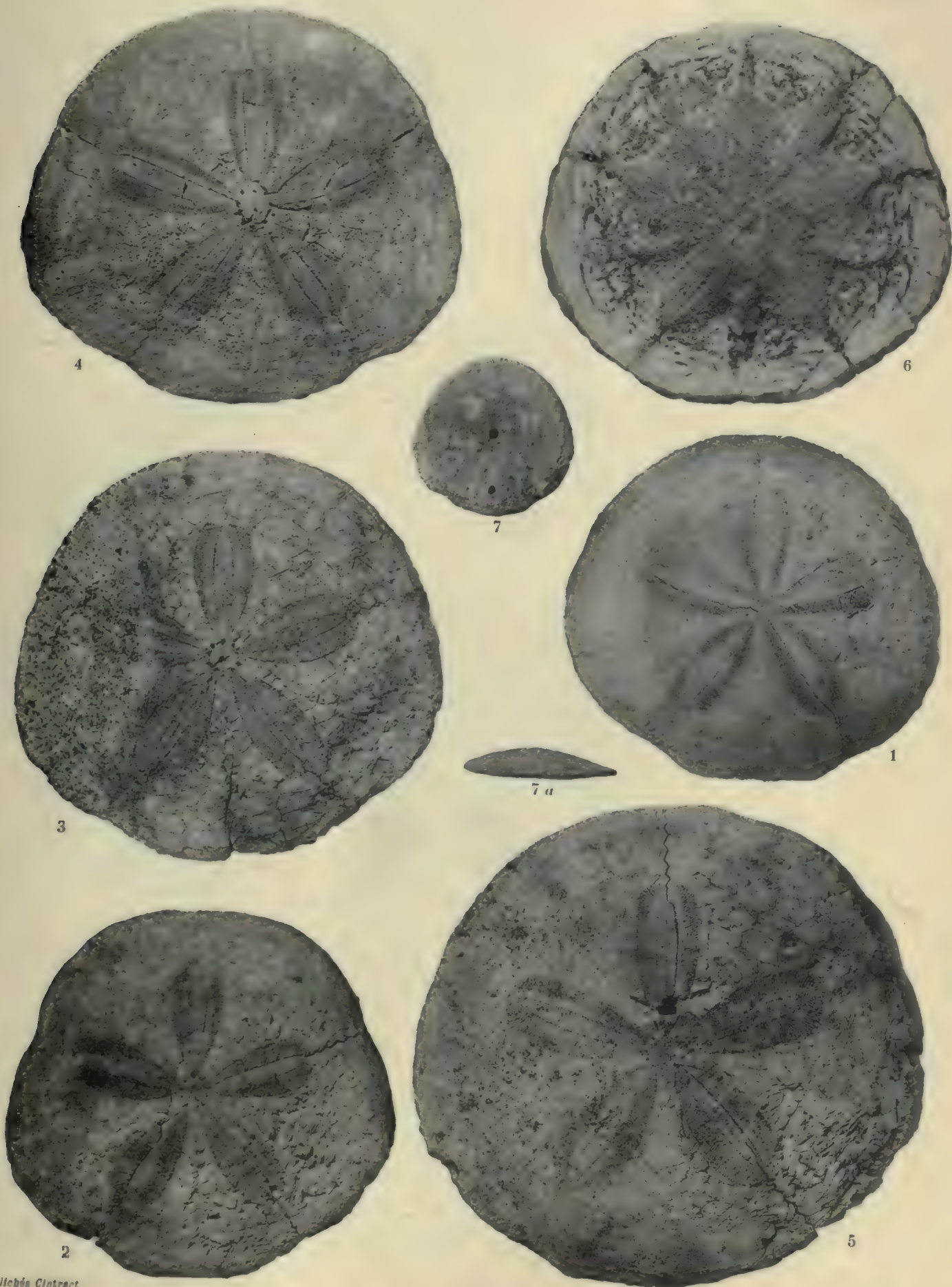


Cliché Cintrac

Phototype G. Chivot

ECHINIDES DU NÉOGÈNE MÉDITERRANÉEN

Scutella.

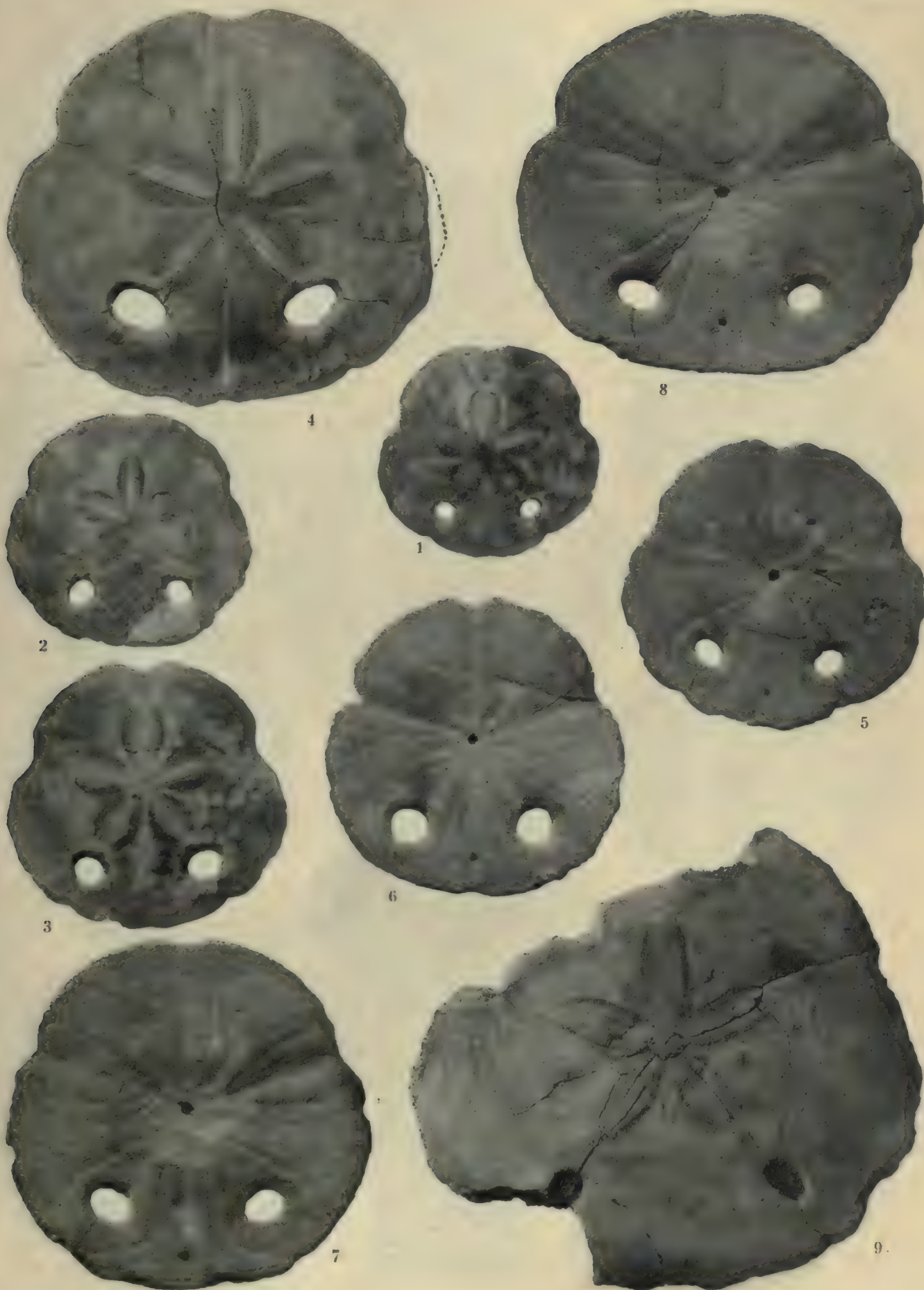


Clichés Cintract

Phototype G. Chivot

ECHINIDES DU NÉOGÈNE MÉDITERRANÉEN

Scutella.

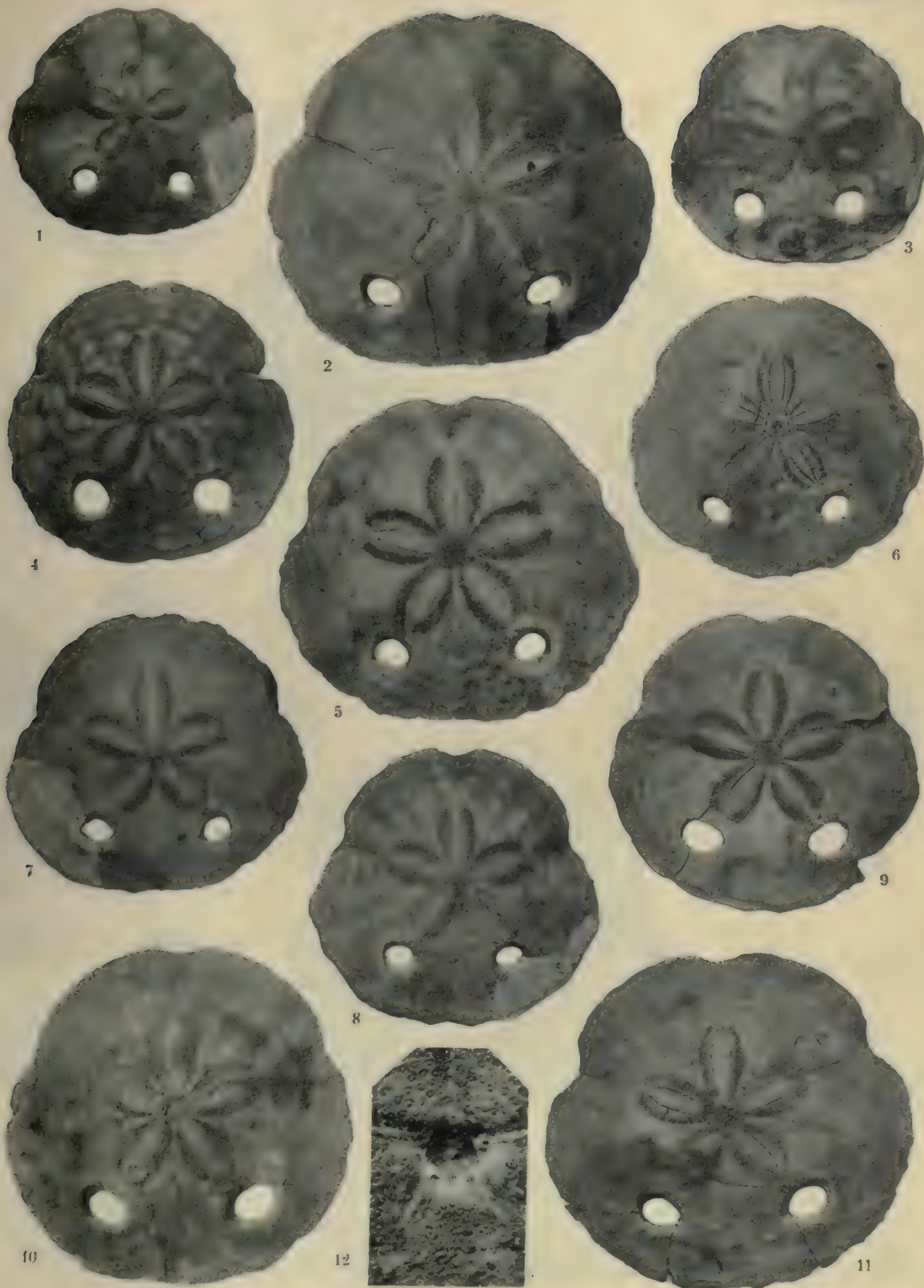


Clichés Cintract

Phototype G. Chivot

ECHINIDES DU NÉOGÈNE MÉDITERRANÉEN

Amphiope.

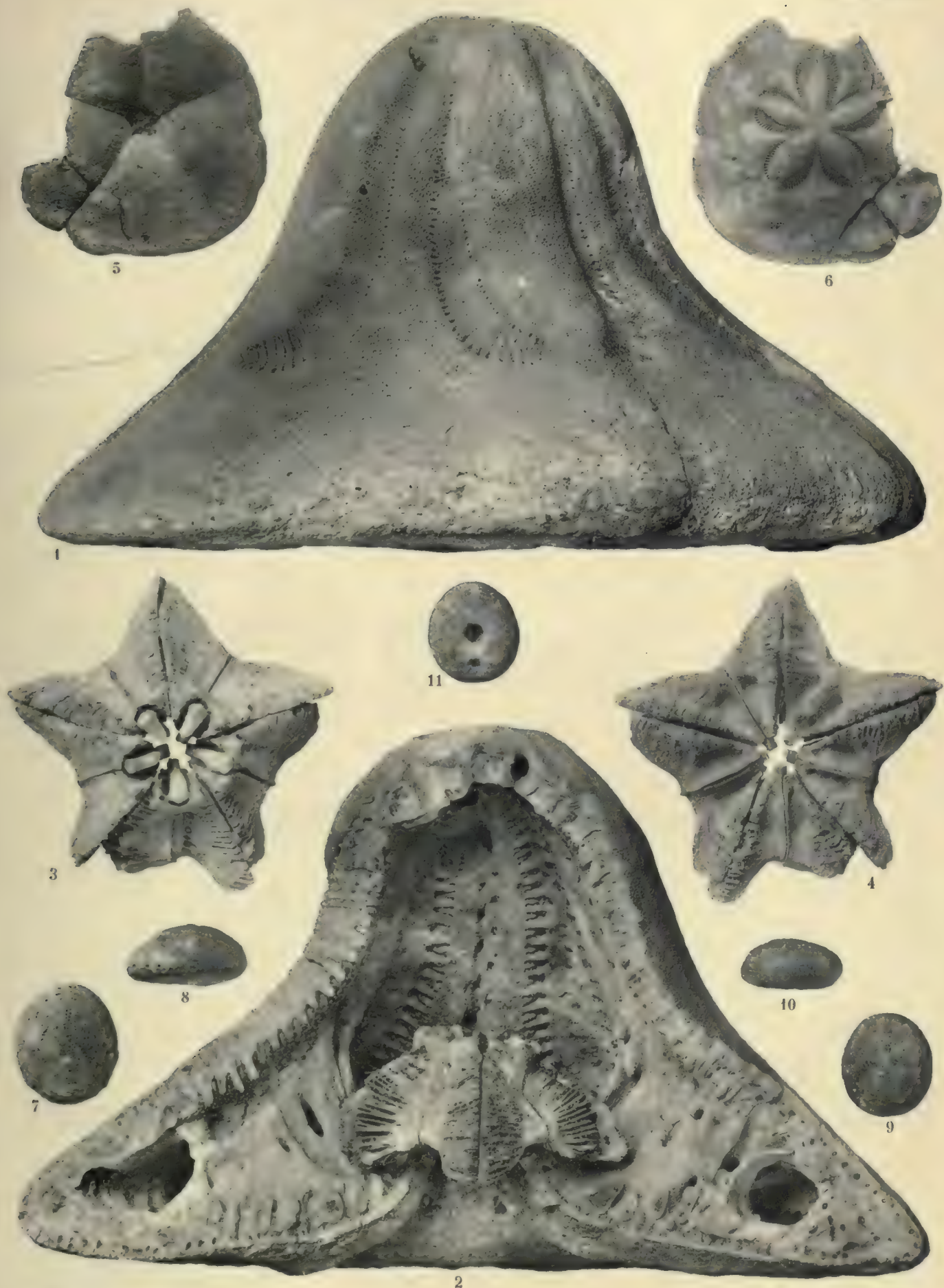


Olichés Cintract

Phototype G. Chivot

ECHINIDES DU NÉOGÈNE MÉDITERRANÉEN

Amphiope.



Gisèle Cistac

Phototype G. Chivot

ECHINIDES DU NÉOGÈNE MÉDITERRANÉEN

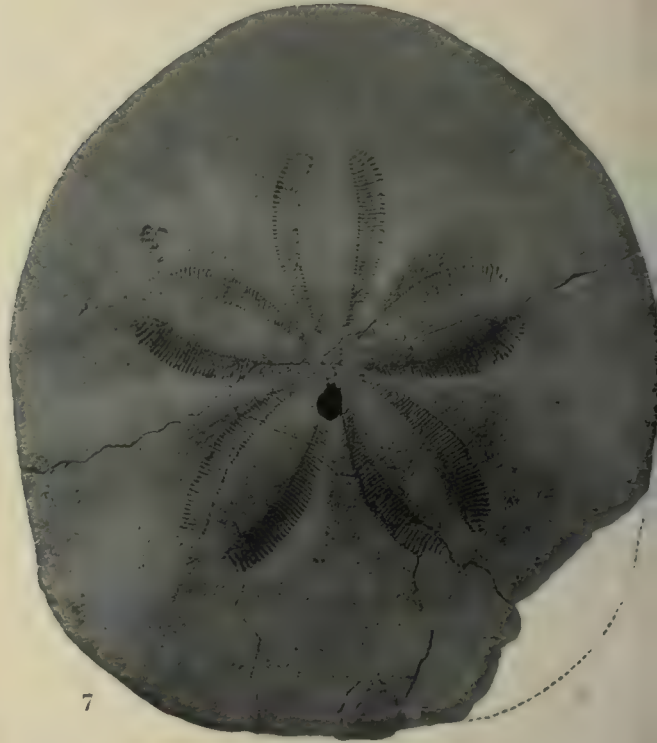
Echinocyamus — Clypeaster.



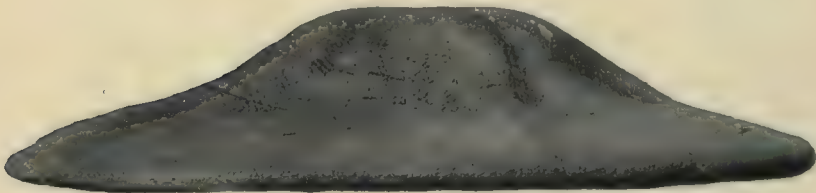
6



7 a



7



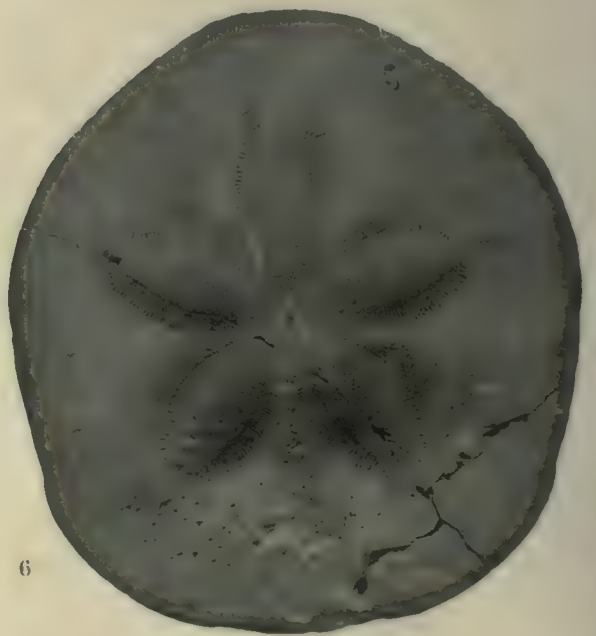
9 a



6 a



9



6

Coches Contract

ECHINIDES DU

Amphiope — Cly



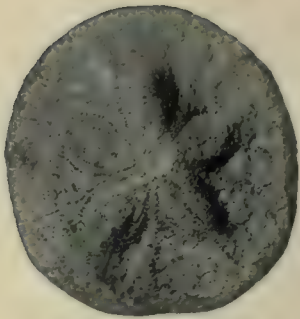
Phototype G. Chivot

MÉDITERRANÉEN

- Echinolampas.



8



3

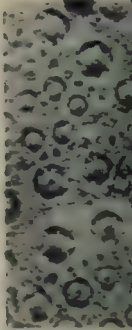
3 a



7



4 a



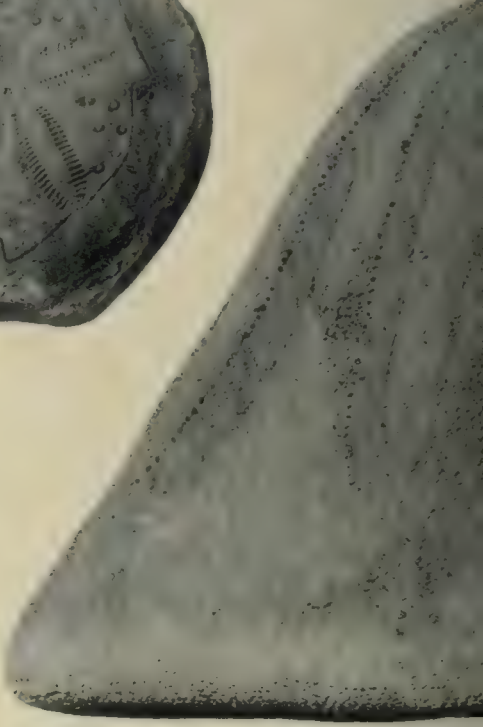
5 a



1



9

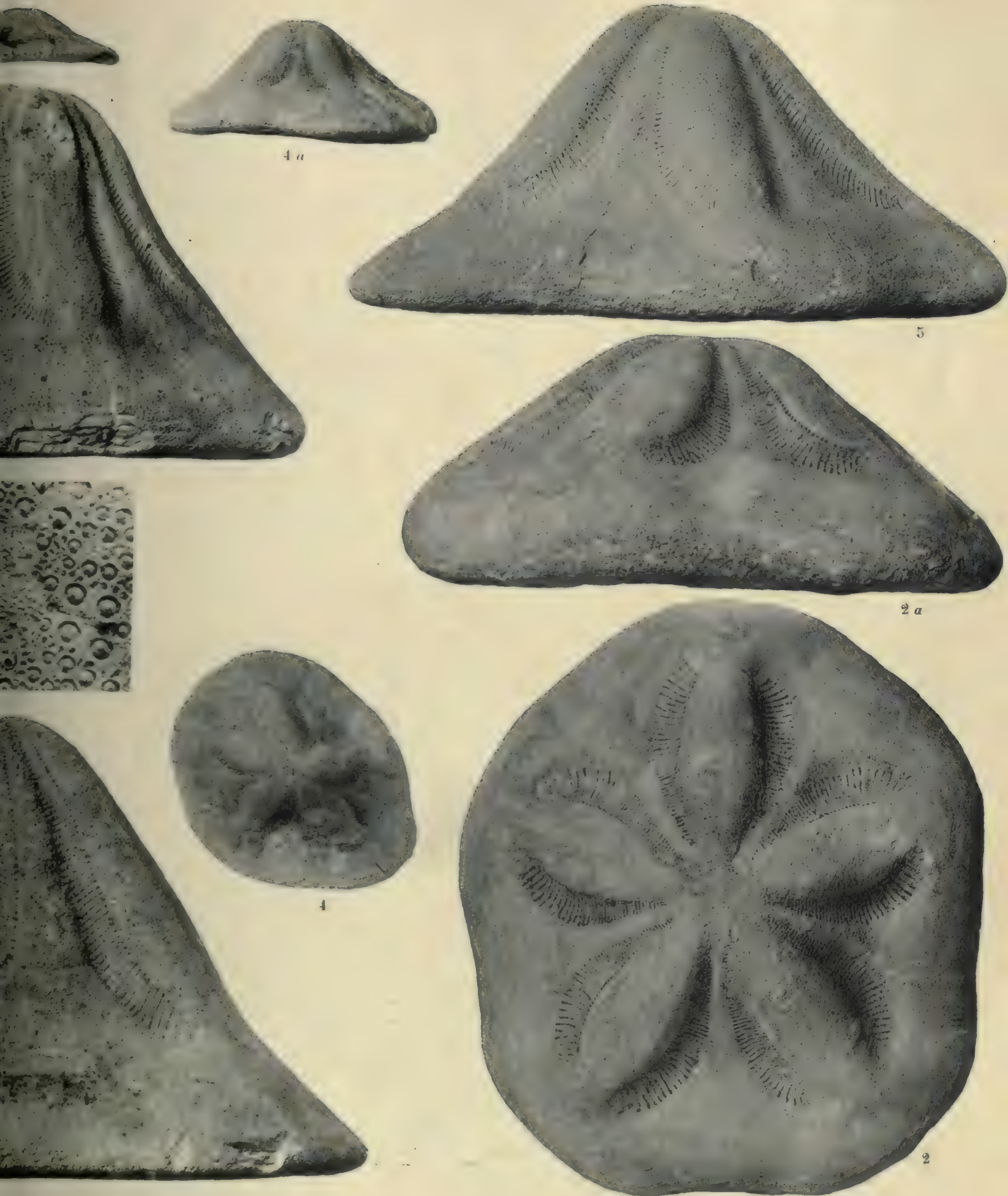


6

Clichés Clatrac

ECHINIDES DU N

Clypeaste

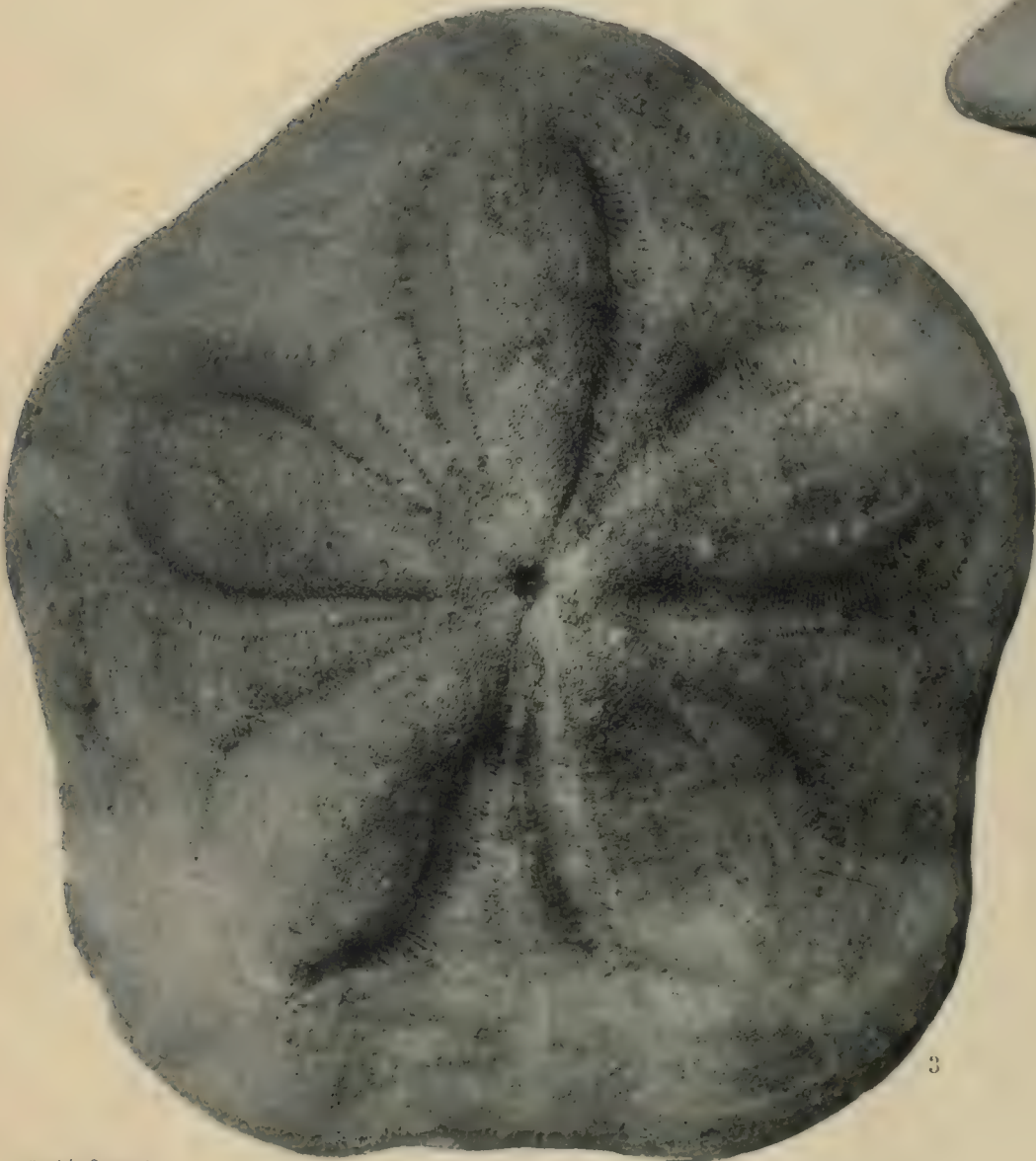
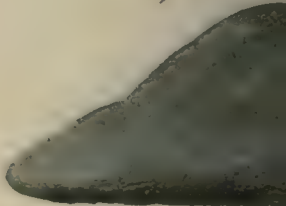
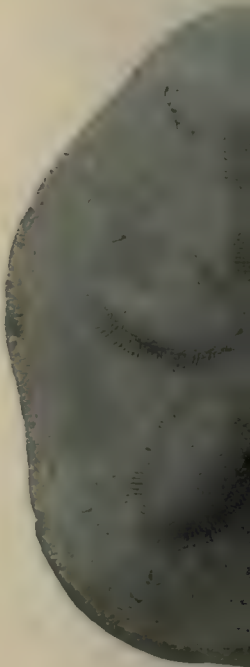


Phototypin G. Chivert

MÉDITERRANÉEN
spatangus.

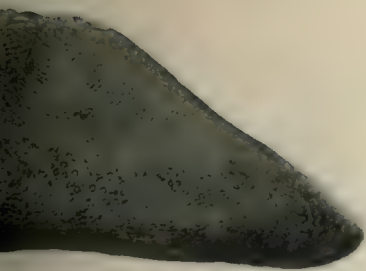


5

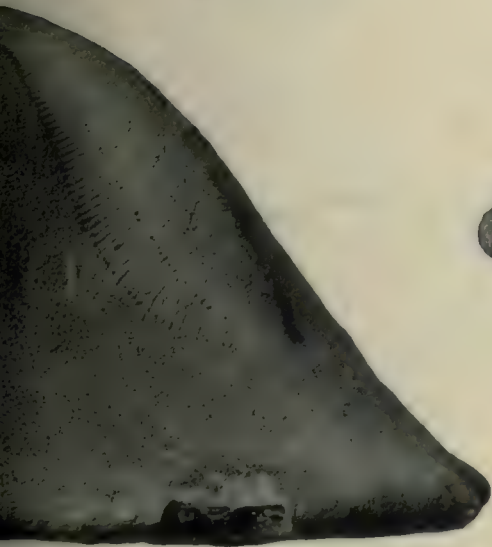


3

Clichés Cintract



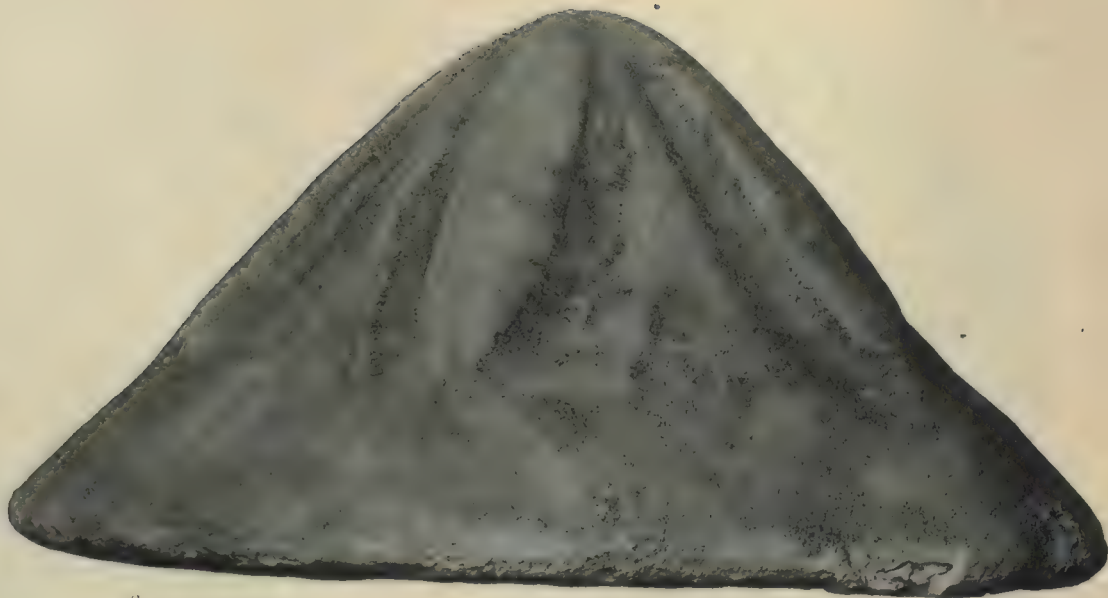
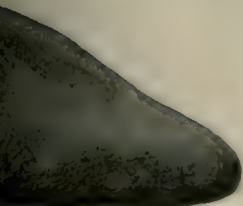
2



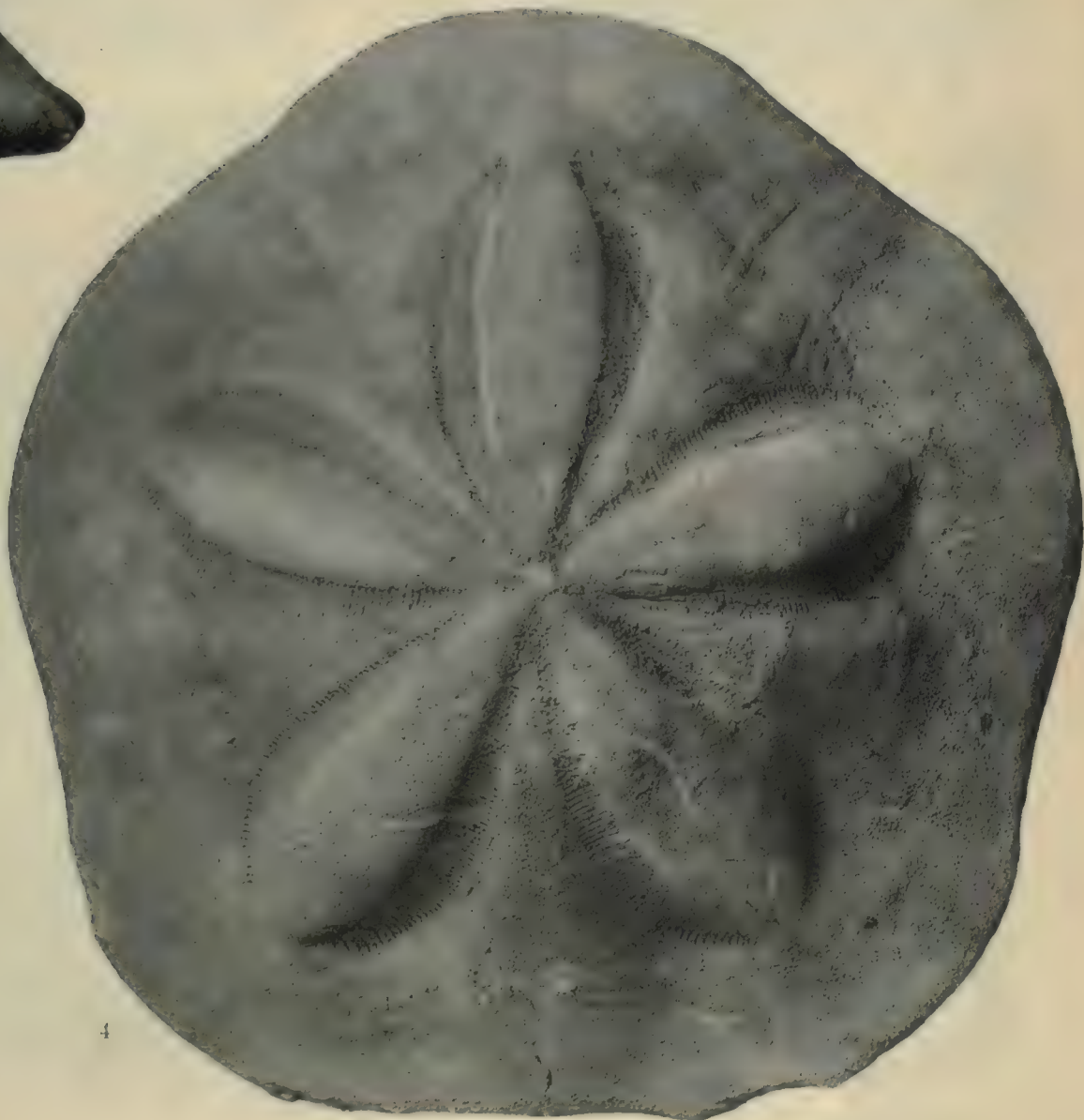
4 a



1

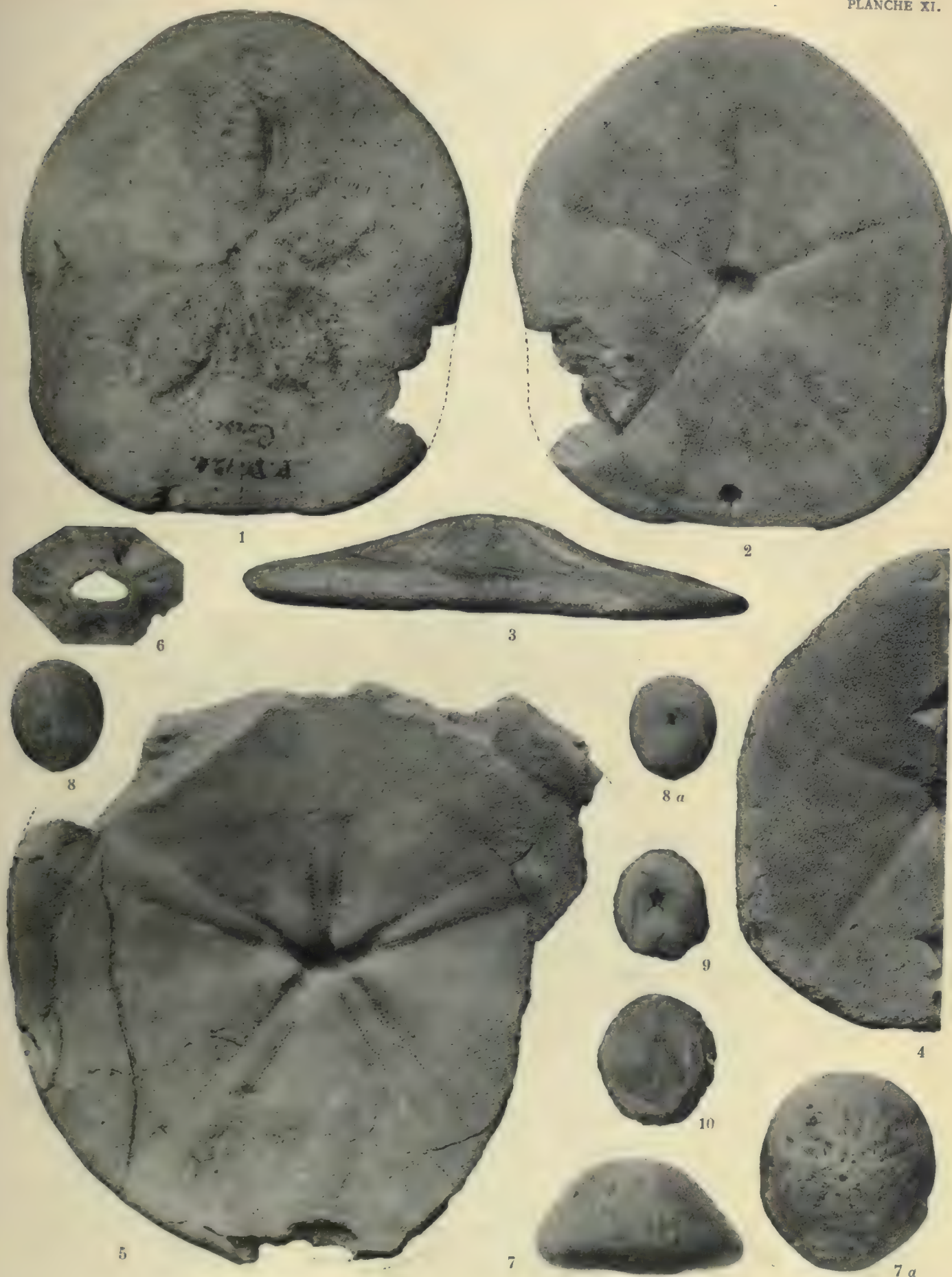


6



4

Phototype G. Chivot

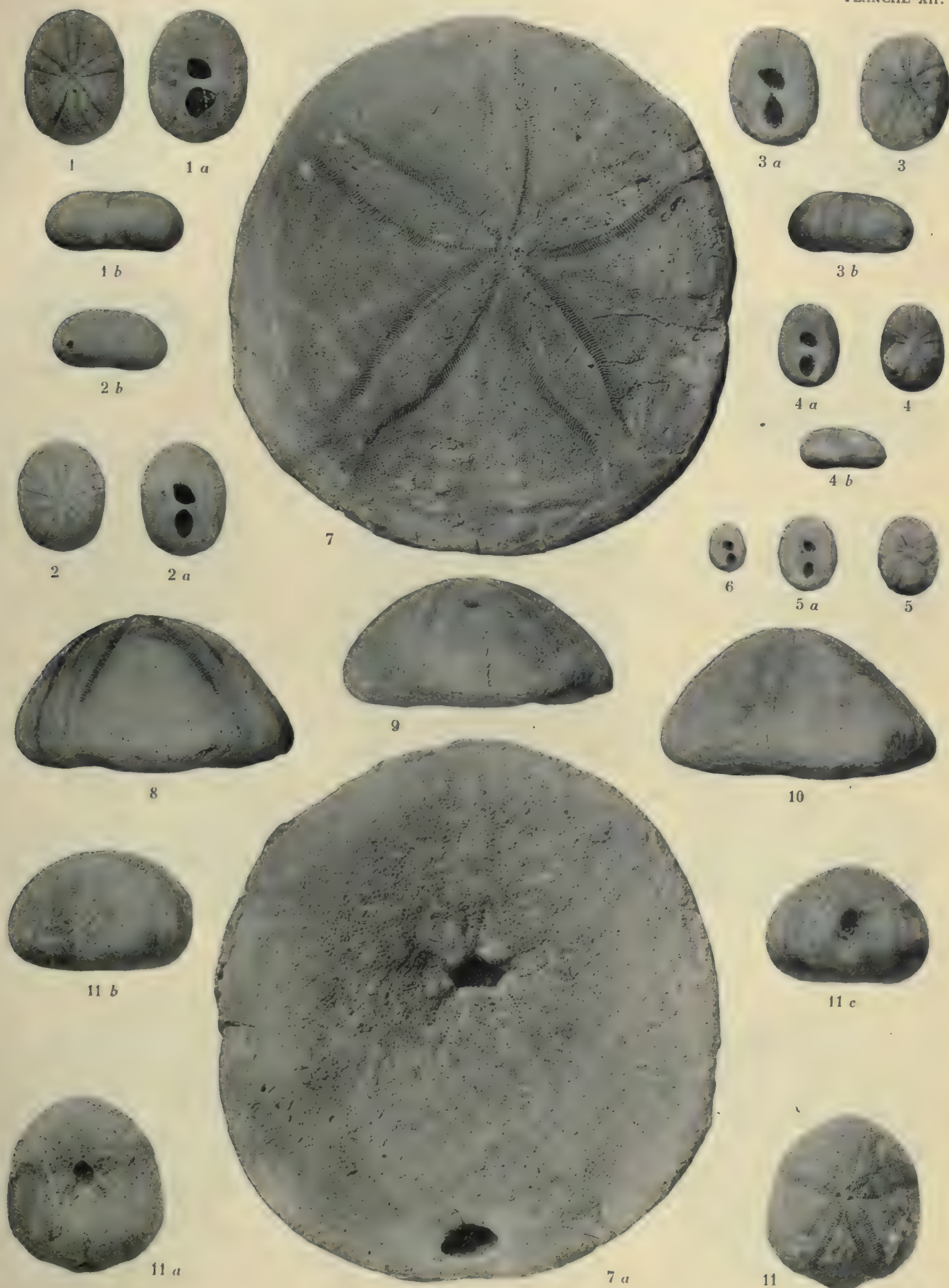


Cliché Cintract

Phototype G. Chivot

ECHINIDES DU NÉOGÈNE MÉDITERRANÉEN

Clypeaster — Echinolampas — Tristomanthus.

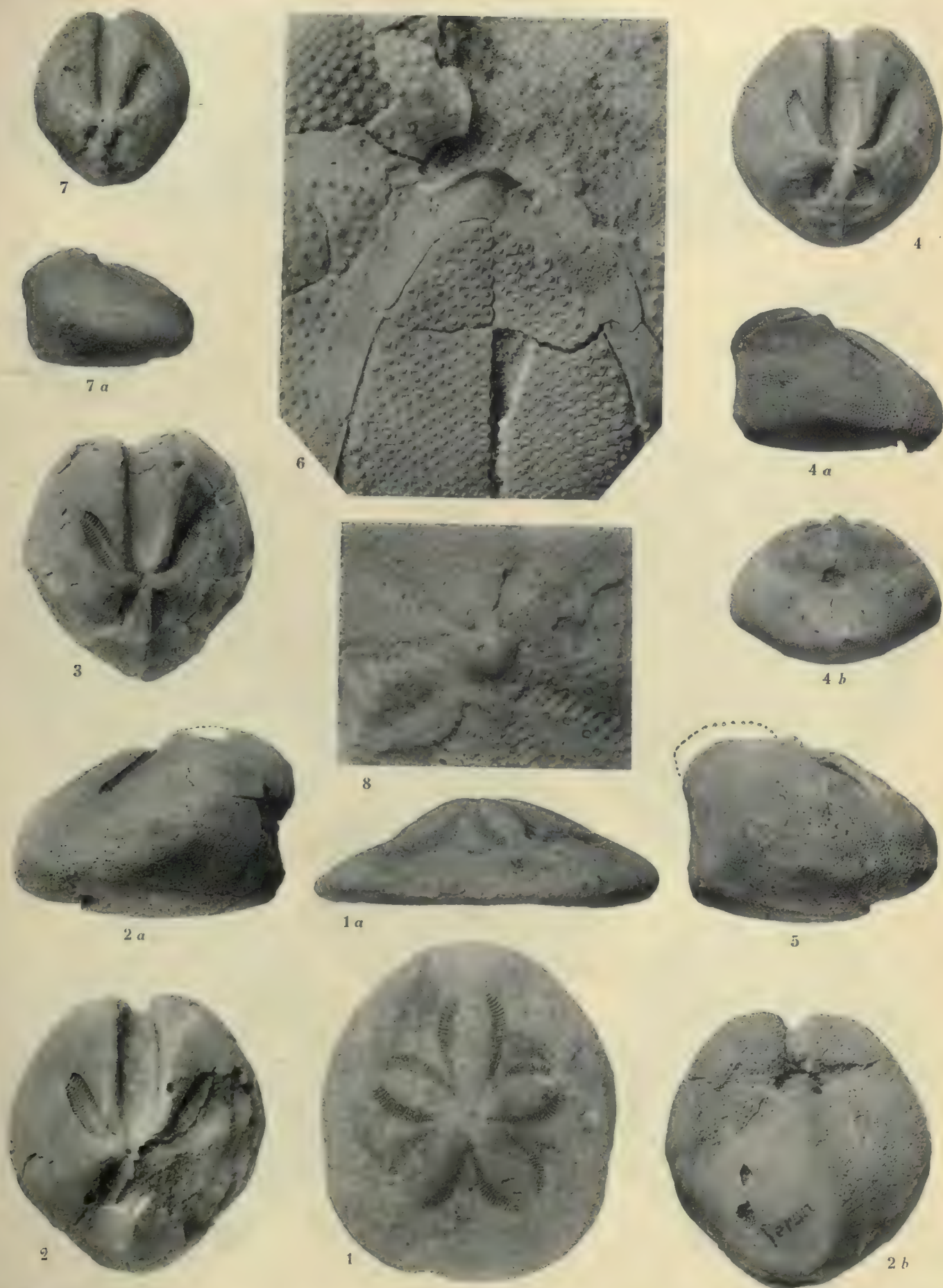


Clichés Cintract

Phototype G. Chivot

ECHINIDES DU NÉOGÈNE MÉDITERRANÉEN

Echinoneus — Echinolampas — Tristomanthus.

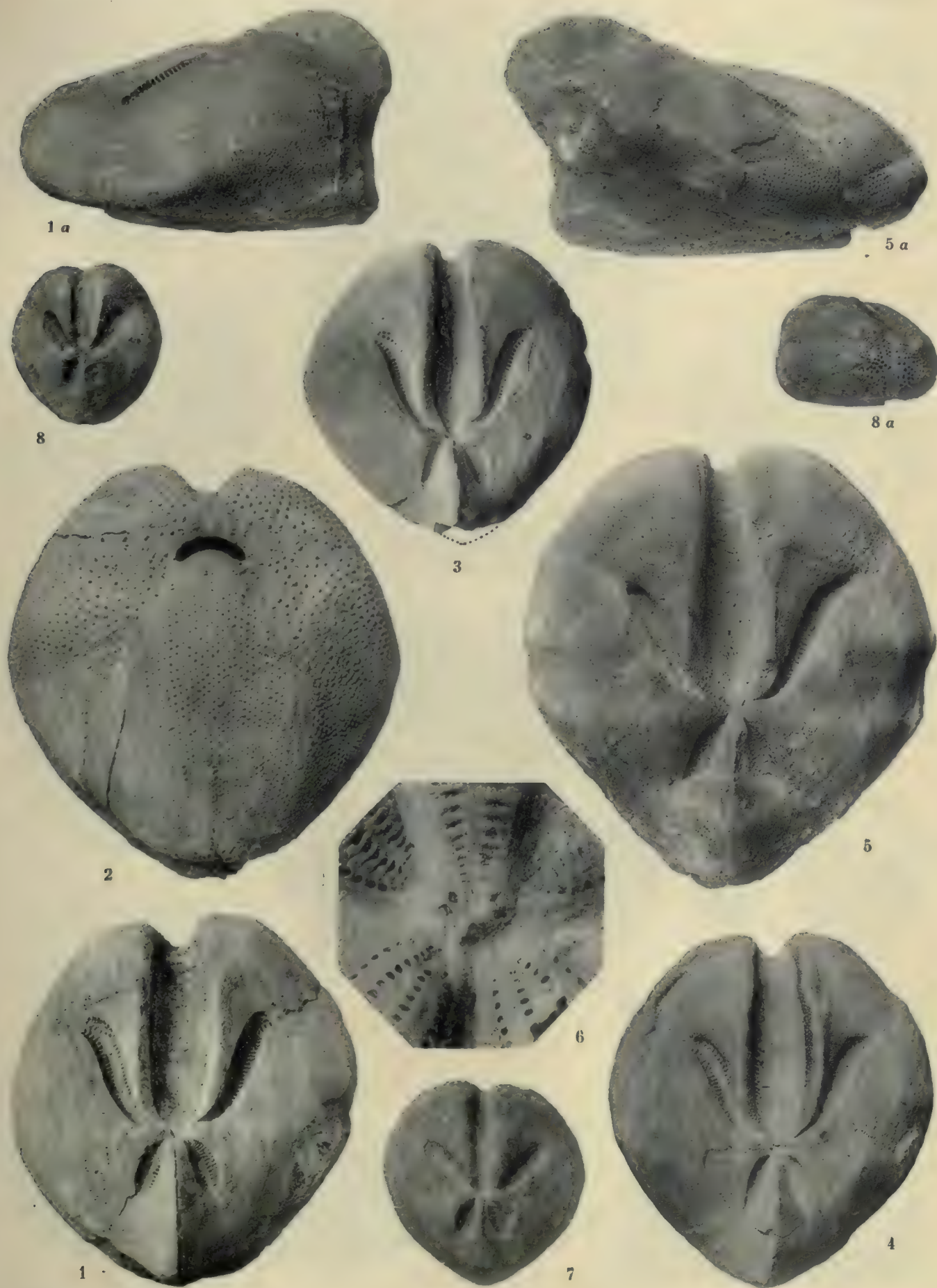


Clichés Cluett

Phototype G. Chivot

ECHINIDES DU NÉOGÈNE MÉDITERRANÉEN

Clypeaster — Echinolampas — Schizaster.

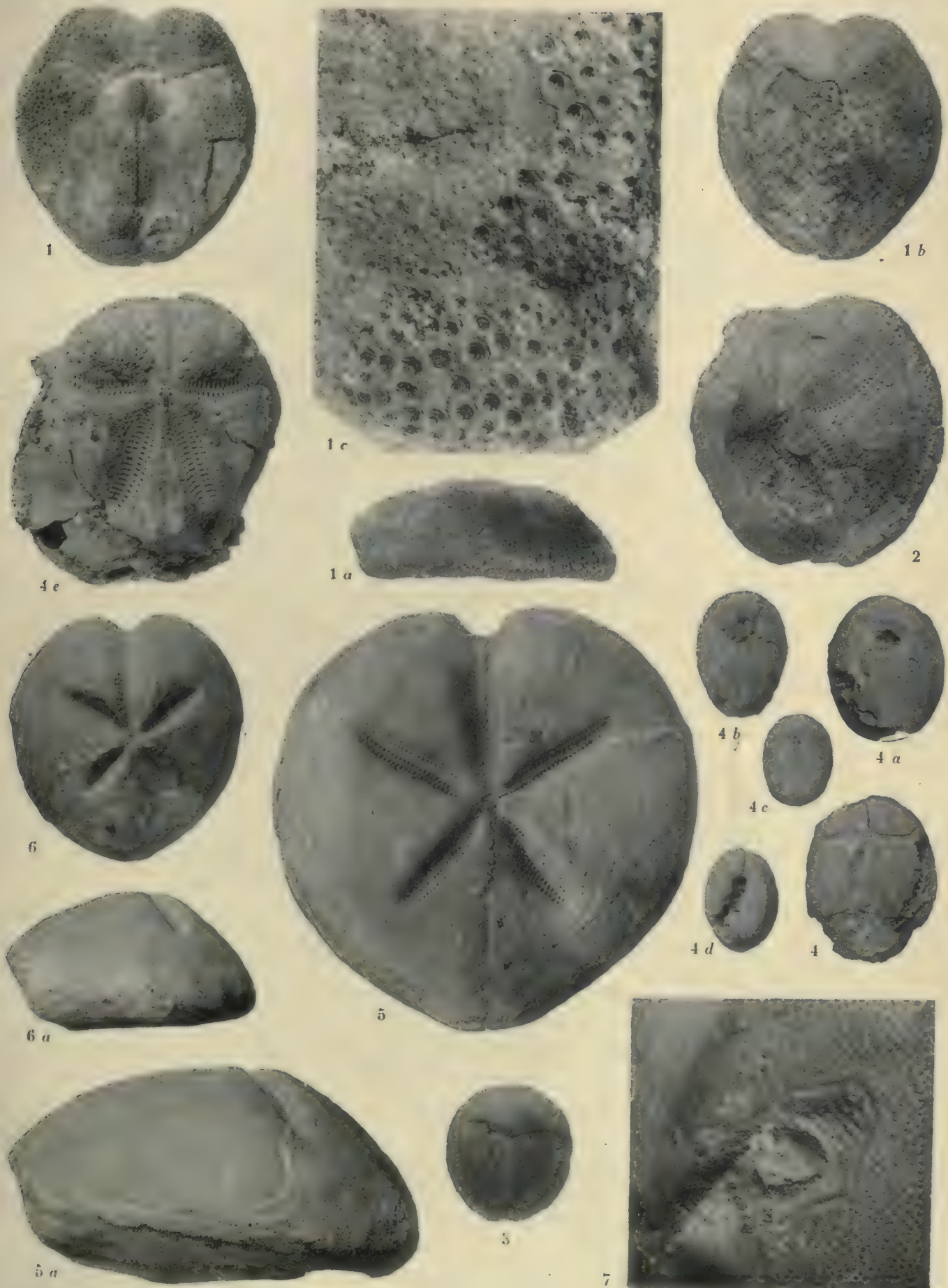


Clichés Cintract

Phototypie G. Chivet

ECHINIDES DU NÉOGÈNE MÉDITERRANÉEN

Schizaster.



Clichés Cintract

Phototype G. Chivot

ECHINIDES DU NÉOGÈNE MÉDITERRANÉEN

Pericosmus — Brissus — Spatangus.

TABLE DES MATIÈRES

	Pages.
PRÉFACE	I
INTRODUCTION. — Importance des Échinides dans les dépôts méditerranéens de l'Époque Néogène.....	3
CHAPITRE I. — Les Échinides dans les dépôts marins de la Méditerranée à l'Époque Néogène.....	7
a) Néogène inférieur.....	7-25
b) Néogène moyen.....	26-36
c) Néogène supérieur.....	36-39
Considérations générales sur la distribution des Échinides dans les divers étages du Néogène méditerranéen.....	39-41
CHAPITRE II. — Les Échinides néogènes du bassin méditerranéen. Leur répartition stratigraphique et géographique.....	42
a) Endocycles.....	44-51
b) Exocycles gnathostomes.....	52-62
c) Exocycles atélostomes.....	62-78
CHAPITRE III. — Contributions à l'Échinologie néogène (bassin méditerranéen).....	79-126
CHAPITRE IV. — Variabilité de l'Espèce chez quelques Échinides du Néogène méditerranéen.....	127
<i>Parasalenia Fontanesi</i> Cott.....	128-131
<i>Scutella paulensis</i> Ag.....	131-135
<i>Amphiope bioculata</i> Desm. (<i>Scutella</i>).....	135-139
<i>Clypeaster acuminatus</i> Des.....	139-142
— <i>latirostris</i> Ag.....	142-145
— <i>altus</i> Kl.....	145-149
CHAPITRE V. — Considérations générales sur les Échinides néogènes du bassin méditerranéen. — Renseignements tirés de leur répartition pour la Paléobathymétrie. — Leur valeur stratigraphique.....	150-161
Tableau des principaux genres d'Échinides représentés dans le bassin méditerranéen durant la période néogène ainsi que des espèces leur appartenant qui vivent encore actuellement dans la Méditerranée.....	153-155
Tableau indiquant la répartition stratigraphique des principaux genres d'Échinides dans le Néogène méditerranéen et des espèces les plus caractéristiques.....	162, 163
Index bibliographique des principaux ouvrages où se trouvent décrits, figurés, discutés ou cités, les Échinides néogènes du bassin méditerranéen.....	164-181
Liste alphabétique des espèces décrites ou discutées.....	183, 184
Explication des planches.....	185-192
Cartes montrant la répartition géographique sommaire des principaux genres d'Échinides à travers le bassin méditerranéen durant le Néogène moyen et le Néogène supérieur.	

Missions Gruvel sur la Côte occidentale d'Afrique (1905-1912).

POISSONS

PAR M. JACQUES PELLEGRIN,

Docteur ès-sciences, docteur en médecine,
Assistant au Muséum national d'histoire naturelle.

Les matériaux ichtyologiques considérables rassemblés durant sept campagnes successives, sur les points les plus divers de la Côte occidentale d'Afrique, par M. Gruvel, qui a bien voulu depuis l'origine m'en confier la détermination et l'examen scientifique, ont fait de ma part, au fur et à mesure de leur arrivée, l'objet de nombreuses notes préliminaires ou opuscules disséminés dans divers recueils (1). Il me semble donc opportun aujourd'hui de développer et de compléter mes premiers travaux et de réunir en un mémoire d'ensemble l'étude générale de tous les Poissons composant ces multiples envois.

En ce qui concerne leur provenance, les localités de capture sont comprises entre le cap Blanc au nord et Mossamédès, à la partie méridionale de l'Angola, au sud. C'est donc, en réalité, la quasi-totalité du littoral africain de l'Atlantique, situé entre les deux tropiques, qui a été explorée.

La première collection de Poissons examinée par moi est formée d'exemplaires provenant des deux premières missions de M. Gruvel, effectuées en 1905 et en 1906, sur les côtes de Mauritanie et du Sénégal, du cap Blanc au cap Vert [stations principales : cap Blanc, baie du Lévrier, Marsa, Nouakchott sur la côte de Mauritanie ; Guet N'Dar (près Saint-Louis), Dakar sur celle du Sénégal]. Elle comprend 67 espèces, toutes marines.

La seconde collection, d'une importance sensiblement égale, provient de pêches faites durant une troisième campagne de février à juin 1907, surtout sur la côte sénégalienne et à l'embouchure du fleuve, dans une région généralement plus méridionale comme Gorée, Rufisque, et même atteignant au sud la Casamance et le Rio Géba (Guinée portugaise)

(1) Voir index bibliographique, p. 89.

[stations principales : baie de Hann et pointe de Bel Air (près de Dakar), M'bao (entre Hann et Rufisque), Sangalcam (près de Rufisque), M'Bour et Nianing (au sud du cap Rouge)]. En dehors d'espèces marines, elle contient plusieurs formes exclusivement dulcaquicoles appartenant à la faune africaine tropicale. Le nombre des espèces rapportées est de 68 dont 12 d'eau douce du Sénégal. Sur les 56 espèces marines, 31 ne figuraient pas dans le premier envoi.

Une troisième collection, assez restreinte, est tirée de pêches faites en 1908, dans la baie du Lévrier, principalement à Port-Étienne, et dans la baie de Cansado. Elle ne renferme que peu d'espèces.

Le quatrième envoi, composé de 25 espèces, est formé de collections réunies durant une cinquième campagne sur les côtes du Sénégal, entre Dakar et la pointe de San Ghomar, à l'embouchure du Saloum. Il comprend aussi quelques Poissons d'eau douce recueillis au plateau de Labé (Guinée française) par le Dr Gendre.

Les collections rassemblées durant la sixième campagne (1909-1910) sont les plus importantes à la fois et par leur quantité et par leur provenance des plus diverses. Parmi les Poissons marins, 27 espèces ont été récoltées à Konakry (Guinée française), 20 à la Côte d'Ivoire (Port-Bouet, lagunes de Grand-Bassam et de Bingerville), 9 au Dahomey (lagunes de Porto-Novo et de Kotonou, lac Nokoué), 29 au Gabon, à Libreville et ses environs, 19 à l'embouchure du Congo, à Banane ; enfin 34 proviennent des côtes sud de l'Angola (Mossamédès et Praya-Amélia). Dans la même expédition, 24 espèces d'eau douce ont été recueillies en des points assez différents des possessions françaises de la Côte occidentale d'Afrique, d'abord en Guinée, en partie dans la Haute-Guinée, dans la rivière Bafing, tributaire du Sénégal, et dans la rivière Mamou, en partie dans la Basse-Guinée, dans la rivière Dubréka et dans la rivière de Coyah ; ensuite à la Côte d'Ivoire, dans la lagune de Grand-Bassam, dans celle de Bingerville, dans la lagune Ebrié et dans la lagune fétiche de Port-Bouet où les indigènes ne pêchent jamais. Enfin quelques spécimens viennent du Bas-Dahomey, de la lagune de Porto-Novo et du lac Nokoué près de la rivière So.

La septième campagne (1911-1912) a fourni 44 espèces marines, toutes de la baie du Lévrier, dont un petit nombre seulement ne figuraient pas dans les précédents envois.

C'est donc, en résumé, un total de 200 espèces différentes, représentées la plupart par un nombre considérable d'échantillons de tous âges et de toutes dimensions et de provenances variées. Sur ce nombre, 34 peuvent être considérées comme appartenant réellement à la faune des eaux douces, 29 sont à régime mixte, c'est-à-dire peuvent se rencontrer aussi bien dans les eaux marines que plus ou moins haut dans les rivières.

Il n'y a pas lieu d'insister ici sur la valeur économique et pratique de la majorité des Poissons récoltés : ce côté de la question a été traité en détail par M. Gruvel dans plusieurs ouvrages importants et dans divers rapports.

En ce qui concerne les résultats purement scientifiques, les expéditions de M. Gruvel ont enrichi la science de plusieurs formes nouvelles dont j'ai donné déjà les diagnostics préliminaires et dont on trouvera plus loin les descriptions complètes. Ce sont :

Panturichthys mauritanicus, nov. gen., nov. sp.

** *Barbus Gruveli*, nov. sp. (1).

** *Barbus trispilus* Bleeker, var. *quinquepunctata*, nov. var.

Solea senegalensis Kaup, var. *m'baoensis*, nov. var.

Synaptura punctatissima Peters, var. *nigromaculata*, nov. var.

Platycephalus Gruveli, nov. sp.

** *Tilapia Meeki*, nov. sp.

Diagramma (*Diagrammella*) *macrops*, nov. subgen., nov. sp.

Parakuhlia Boulengeri, nov. gen., nov. sp.

Soit 3 variétés et 6 espèces nouvelles et, parmi ces dernières, deux méritant d'être considérées comme les types d'un genre particulier, une autre d'un sous-genre. Ces chiffres sont plutôt élevés, car on sait que, chez des Vertébrés comme les Poissons, la découverte d'espèces et *a fortiori* de genres nouveaux est relativement plus rare que dans des groupes d'Invertébrés comme les Mollusques ou les Crustacés.

Le *Panturichthys mauritanicus* de la baie du Lévrier est un type tout à fait remarquable du groupe des Apodes. Il vient se placer dans le voisinage du curieux genre *Heterenchelys* décrit seulement l'année dernière, et qui ne comprend que deux espèces de la Côte occidentale d'Afrique, dont l'une d'elles, d'ailleurs, a été retrouvée par M. Gruvel à l'embouchure du Congo.

La présence d'un Platycéphale, comme le *Platycephalus Gruveli*, sur la côte du Sénégal est d'autant plus intéressante à signaler que la presque totalité des représentants du genre habite l'océan Indien et le Pacifique, et que beaucoup d'ichtyologistes n'admettaient qu'avec les plus grandes réserves l'exactitude de la provenance des deux espèces signalées auparavant sur les côtes américaines de l'Atlantique.

Le *Barbus Gruveli* et le *Tilapia Meeki* sont des Poissons d'eau douce appartenant à des genres très richement représentés dans les rivières africaines et dont la différenciation est considérable à l'heure actuelle.

Le *Diagramma* (*Diagrammella*) *macrops* de l'Angola, remarquable, comme son nom l'indique, par la grandeur de ses yeux, constitue un sous-genre assez spécial parmi les Diagrammes surtout abondants dans l'océan Indien et le Pacifique.

Le *Parakuhlia Boulengeri*, Centrarchidé trouvé au Gabon où aucun représentant de la famille n'avait encore été signalé, est tout à fait intéressant, car, en dehors de caractères génériques particuliers qui le rapprochent des *Kuhlia*, genre semi-marin des îles de l'océan Indien et du Pacifique, il offre certains rapports avec les *Xenichthys*, Poissons percoides fort rares des côtes pacifiques de l'Amérique tropicale.

Enfin, en dehors des formes nouvelles recueillies par M. Gruvel, il en est, en outre, un bon nombre de fort curieuses ou peu connues, et qui ont enrichi les collections du Muséum d'histoire naturelle de Paris où elles ont pris place. Je n'en citerai seulement comme exemple que le *Barilius Steindachneri* Pellegrin, joli petit Cyprinidé des eaux douces de la Guinée française, que j'ai décrit d'après des spécimens rapportés par M. le Dr R. Wurtz de la rivière Mamou, et que M. Gruvel a retrouvé dans la même localité.

(1) Dans le cours de ce mémoire, les espèces d'eau douce sont précédées du signe **; celles des eaux saumâtres ou vivant à la fois dans les eaux marines ou fluviales, du signe *.

Au point de vue biologique, les récoltes de M. Gruvel ont permis de constater dans les marigots et dans les lagunes saumâtres du Sénégal et de la Côte d'Ivoire la présence, à côté d'espèces considérées comme franchement marines, de formes appartenant en propre à la faune dulcaquicole africaine.

C'est ainsi qu'au Sénégal, dans le marigot de Hann, dont les eaux sont tantôt presque douces ou, au contraire, ont une teneur en sel égale ou même un peu supérieure à celles de l'Atlantique, on peut pêcher aussi bien des espèces marines, comme par exemple le Mésoprion gris, ou mixtes comme le *Pristipome* de Jubelin, que des formes considérées comme d'eaux douces : la Tilapie à flancs noirs et la Tilapie de Heudelot.

De même, dans la lagune de Grand-Bassam, on prend des Poissons marins comme les Sphyrènes et les Caranges, mixtes comme les *Pristipomes*, dulcaquicoles comme l'Aleste à grandes écailles ou la Tilapie à flancs noirs mentionnée plus haut. Ces faits montrent la facilité avec laquelle certaines espèces des eaux douces s'adaptent à la vie dans les eaux plus ou moins salées et *vice-versa*, pourvu que la transition ne soit pas trop brusque. Des observations de cette nature ont, d'ailleurs, été prises en divers points de l'Atlantique tropical, notamment à l'embouchure de grands fleuves africains comme le Congo et l'Ogôoué, ou américains comme l'Amazone.

Mais c'est surtout au point de vue de la distribution géographique des Poissons que les vastes collections étudiées ici méritent de retenir l'attention.

Il n'y a pas à s'arrêter longtemps sur les Poissons d'eau douce en nombre assez restreint et qui tous appartiennent à la faune tropicale africaine [équatoriale cyprinoïde africaine d'A. Günther (1)]. Si des genres comme les Barbeaux se retrouvent à la fois dans nos eaux métropolitaines et dans les rivières de l'Afrique occidentale, par contre aucune espèce ne leur est commune. Il n'en est déjà plus de même parmi les formes mixtes, c'est-à-dire remontant de la mer dans les eaux douces, et nombre d'espèces de Muges, par exemple, peuvent être capturées dans nos fleuves français et dans ceux de l'Afrique occidentale.

Bien plus intéressants sont les faits concernant les Poissons marins.

La plus grande partie des pêches de M. Gruvel ont été effectuées sur les côtes de Mauritanie et du Sénégal, c'est-à-dire dans des parages renfermant à la fois des espèces des zones tempérées et des zones tropicales. Il y a là un lieu de fusion, de transition entre deux faunes relativement assez différentes. On y rencontre, en effet, à côté de nos espèces métropolitaines habitant la Méditerranée et les parties avoisinantes de l'Atlantique, des formes tropicales, surtout abondantes sous l'équateur, dans le golfe de Guinée et sur les côtes du Gabon. La proportion des espèces communes à notre littoral et à celui de Mauritanie et du Sénégal est très élevée : elle s'élève environ à la moitié (2).

Un autre fait, bien mis en lumière par les envois de M. Gruvel, est le parallélisme qui semble exister entre la faune ichtyologique marine de la côte de Mauritanie dans l'hémisphère Nord et celle du sud de l'Angola dans l'hémisphère Sud.

(1) A. GUENTHER, *An introduction to the study of Fishes*, 1880, p. 217.

(2) En 1909, sur 113 espèces marines des côtes de Mauritanie et du Sénégal, j'en indiquais 50 comme fréquentant habituellement notre littoral.

La faune ichthyologique marine de la région de Mossamédès, comme celle de la baie du Lévrier, comprend un mélange de formes tempérées et de formes tropicales, les premières même semblant légèrement prédominer.

On doit, en outre, noter que, même abstraction faite des espèces à distribution géographique très étendue, un grand nombre de Poissons communs de la Méditerranée et des parties avoisinantes de l'Atlantique se retrouvent aussi en abondance sur le littoral sud de l'Angola (1), tandis qu'ils disparaissent complètement ou sont tout à faits accidentels sous l'équateur à la surface ou près des côtes africaines.

On peut considérer comme des plus caractéristiques à cet égard la présence en Angola de Poissons comme la Torpille à taches, la Sardinelle auriculée, la Sole lascaris, le Canthère gris, le Pagel commun, le Serran cabrille, et même l'Anthias sacré et le Diagramme méditerranéen, espèces dont la plupart n'avaient pas encore été signalées dans ces régions.

Ceci permet de penser que c'est surtout par des conditions de température et de milieu analogues qu'il faut expliquer la réapparition sur les côtes méridionales de l'Angola de beaucoup des formes les plus répandues sur le littoral de Mauritanie et du Sénégal et même plus au nord.

Certaines espèces de Poissons sont connues comme habitant tout l'Atlantique tropical, aussi bien les côtes américaines que celle de l'Afrique occidentale, mais plusieurs n'avaient encore été signalées que sur les premières, comme le *Pseudoscarus guacamaia* par exemple; les envois de M. Gruvel montrent qu'elles fréquentent également les unes et les autres. Ce fait s'explique facilement, les conditions climatiques étant les mêmes et aucun obstacle ne s'opposant, à travers l'Atlantique, aux déplacements des espèces bonnes nageuses.

Une autre remarque intéressante, c'est la présence, sur les côtes de l'Afrique occidentale, de plusieurs espèces ou tout au moins de genres de Poissons habitant également l'océan Indien et le Pacifique. On en peut citer plusieurs exemples dont peut-être le plus typique est le Platycéphale nouveau. Pour ces Poissons, les migrations sont assurément moins faciles que pour celles qui n'ont qu'à traverser l'Atlantique. Il est évident, néanmoins, que le cap de Bonne-Espérance, ne s'avancant pas beaucoup au sud du tropique du Capricorne, n'oppose qu'un léger obstacle aux migrations d'espèces des mers chaudes, venant de l'océan Indien et des côtes australiennes. C'est, d'ailleurs, l'opinion de Jordan qui dit que le cap de Bonne-Espérance n'est pas une barrière infranchissable pour les espèces tropicales des deux océans (2).

En somme, la conclusion générale que l'on peut tirer de l'étude de vastes collections comme celles rassemblées par M. Gruvel, c'est que la distribution géographique de nombre d'espèces de Poissons marins est beaucoup plus vaste qu'on est tenté de le supposer tout d'abord.

(1) Sur 34 grosses espèces de l'Angola rapportées par M. Gruvel, j'ai constaté que 18 fréquentaient aussi nos côtes.

(2) D. S. JORDAN, A guide to the study of Fishes, I, 1905, p. 268.

Quantité de formes de la Méditerranée descendent beaucoup plus bas que le cap Vert et se retrouvent même au sud de l'Angola ; des espèces du golfe du Mexique et des côtes du Brésil fréquentent aussi le golfe de Guinée ; enfin des Poissons de l'océan Indien ne sont pas arrêtés par le cap de Bonne Espérance et sont venus coloniser, depuis un temps plus ou moins long, les côtes occidentales d'Afrique. En somme, le milieu marin est très homogène, et les Poissons, animaux en général essentiellement mobiles et pour lesquels les déplacements sont faciles, tendent à l'occuper tout entier, pourvu que les conditions de température et de milieu demeurent à peu près semblables.

Dans les lignes qui vont suivre, on trouvera rangées dans l'ordre zoologique et classées par familles et par genres (1) toutes les espèces recueillies par M. Gruvel durant ses diverses expéditions et soumises à mon examen.

En ce qui concerne la nomenclature, j'ai pensé qu'il y avait lieu d'être bref et je me suis borné, avec la date et l'indication du premier descripteur, d'indiquer seulement les synonymies essentielles, renvoyant pour le reste aux ouvrages généraux d'ichtyologie où ces questions sont traitées en détail.

Je mentionne ensuite, pour chaque espèce, les diverses localités ou stations de capture des échantillons et les noms indigènes dans les différents dialectes que M. Gruvel a recueillis sur place avec soin et qu'il a bien voulu me communiquer (2).

Je donne toujours pour chaque forme l'indication de sa distribution géographique générale et, pour les espèces marines ou saumâtres, je signale, quand il y a lieu, si on les rencontre sur nos côtes métropolitaines. J'indique aussi souvent les particularités anatomiques ou biologiques les plus remarquables qu'elles peuvent présenter. J'ai cru devoir également, dans bien des cas, rappeler leur valeur économique, leurs propriétés utiles ou nuisibles pour l'Homme.

Enfin, on trouvera ici la description complète et la figuration de toutes les formes nouvelles recueillies par M. Gruvel, ainsi que celle de plusieurs espèces rares ou peu connues récoltées par lui et qui figurent maintenant dans les collections du Muséum d'histoire naturelle de Paris.

Branchiostomatidæ.

BRANCHIOSTOMA Costa.

1. *Branchiostoma lanceolatum* (PALLAS) (3).

1778. *Limax lanceolatus* PALLAS, Spicil. Zool., X, p. 19, pl. 1., fig. 1.

1834. *Branchiostoma lubricum* COSTA, Cenni zoologici Napoli, p. 49.

1836. *Amphioxus lanceolatus* YARRELL, Brit. Fish., p. 468.

1882. *Branchiostoma lanceolatum* STEINDACHNER, Denks. Ak. Wiss. Wien, XLIV, p. 51.

(1) J'ai adopté en général les classifications de MM. Günther et Boulenger.

(2) Ces noms sont placés en italiques entre [].

(3) Bien que la plupart des zoologistes, avec raison, ne considèrent plus les *Amphioxus* comme appartenant à la classe des Poissons et en fassent les types du groupe des *Cephalochordata*, je crois néanmoins devoir mentionner ici cette espèce qui rentre dans les collections du service d'Ichtyologie du Muséum de Paris.

Stations. — Baie de Cansado (baie du Lévrier); Nouakchott (côte de Mauritanie).

L'Amphioxus lancéolé, dont de nombreux spécimens à différents stades ont été recueillis par M. Gruvel, est une petite espèce sans valeur pratique, mais d'un grand intérêt zoologique, qu'on rencontre parfois sur nos côtes métropolitaines. D'après Herdman (1), elle habite la Méditerranée, le Nord-Ouest de l'Europe, Ceylan et l'Est des États-Unis; cet auteur ne l'indique pas de la Côte occidentale d'Afrique où cependant elle a été déjà signalée à Rufisque par Steindachner.

Rhinobatidæ.

RHINOBATUS Bloch Schneider.

2. *Rhinobatus Columnæ* (MUELLER et HENLE).

1841. *Rhinobatus* (*Syrrhina*) *Columnæ* MUELLER et HENLE, *Plagiostom.*, p. 113.

1882. *Rhinobatus Columnæ* STEINDACHNER, *Denks. Ak. Wiss., Wien*, XLV, p. 14.

Stations. — Baie du Lévrier; environs de Dakar [*Yana*]; baie d'Ouloumi, près Libreville (Gabon) [*Gnouâ*].

Le Rhinobate de Colonna possède une distribution géographique des plus vastes; il se rencontre dans la Méditerranée, dans l'Atlantique et dans l'océan Indien. Sur nos côtes on l'a pêché accidentellement à Marseille; il a été signalé de Gorée par Steindachner.

Rajidæ.

RAJA L.

3. *Raja miraletus* LINNÉ.

1758. *Raja miraletus* LINNÉ, *Syst. Nat.*, III, p. 231.

Stations. — Cap Blanc au cap Vert [*Raïa*].

La Raie miraillet, qui doit son nom à la similitude que présentent les deux ocelles qui ornent son disque avec de petits miroirs, habite la Méditerranée et les côtes du Sud de l'Europe. Sur notre littoral, elle est commune à Nice et à Cette; elle remonte aussi jusqu'au golfe de Gascogne, mais plus rarement. Elle semble avoir échappé jusqu'ici aux auteurs qui se sont occupés de la côte mauritanienne. C'est une espèce fort estimable au point de vue comestible.

(1) W. A. HERDMAN, *The Cambridge Natural History*, VII, 1904, p. 137.

PLATYRHINA M. et H.

4. *Platyrrhina Schœnleini* MUELLER et HENLE.

1841. *Platyrrhina Schœnleini* MUELLER et HENLE, *Plagiostom.*, p. 125, pl. 44.

1882. *Platyrrhina Schœnleini* STEINDACHNER, *Denks. Ak. Wiss., Wien.*, XLIV, p. 50, pl. VII.

Station. — Guet N'Dar (près Saint-Louis).

On doit à M. Gruvel un beau spécimen femelle de 44 centimètres de longueur de cette curieuse espèce dont le Muséum de Paris ne possédait jusqu'alors aucun échantillon. Ce Poisson a été d'abord connu de l'Inde; en 1882, Steindachner, d'après les envois d'Hoeffler, a signalé un spécimen de Gorée. L'individu rapporté par M. Gruvel est probablement le second indiqué de ces régions.

Il n'est pas inutile de faire remarquer, dès maintenant, la présence sur la Côte occidentale d'Afrique d'une forme de l'océan Indien. Les cas analogues ne manqueront pas dans la suite.

Torpedinidæ.

TORPEDO Duméril.

5. *Torpedo narce* NARDO.

1827. *Torpedo narce* NARDO, *Prodrom. Ichth. Adr.*, n° 4.

1870. *Torpedo narce* GUENTHER, *Cat. Fish.*, VIII, p. 449.

Stations. — Baie du Lévrier; côtes mauritaniennes et sénégalaises [*Tremblador*]; Praya-Amélia (Angola) [*Tremelga*].

La Torpille à taches est répandue dans la Méditerranée et dans les parties avoisinantes de l'Atlantique. Elle se rencontre exceptionnellement sur nos côtes du golfe de Gascogne, et assez rarement sur notre littoral méditerranéen.

Steindachner l'a signalée à Rufisque. Il est fort intéressant de la voir réapparaître au Sud, sur les côtes de l'Angola.

6. *Torpedo marmorata* RISSO.

1810. *Torpedo marmorata* RISSO, *Ichth. Nice*, p. 20, pl. III, fig. 4.

1883. *Torpedo marmorata* ROCHEBRUNE, *Faune de Sénégalie*. Poissons, p. 29.

Stations. — Cap Blanc ou cap Vert [*Tremblador*]; baie d'Ouloumi (Gabon) [*Oundango*].

La Torpille marbrée a une distribution géographique des plus vastes: elle habite, en effet, la Méditerranée, l'Atlantique oriental et l'océan Indien. Sur nos côtes, elle est exceptionnelle dans la Manche, elle devient commune à partir de l'embouchure de la

Loire et dans la Méditerranée. Cette espèce est signalée par la plupart des auteurs qui se sont occupés de la Côte occidentale d'Afrique : Steindachner, Taquin, de Rochebrune. D'après ce dernier : « les Nègres, généralement superstitieux et redoutant les choses qu'ils ne peuvent s'expliquer, ne craignent point cependant les espèces de cette famille, malgré leurs propriétés électriques ; souvent même ils s'en nourrissent ».

Trygonidæ.

TRYGON Adanson.

7. *Trygon pastinaca* (LINNÉ).

1758. *Raja pastinaca* LINNÉ, Syst. Nat., p. 232.

1870. *Trygon pastinaca* GUENTHER, Cat. Fish., VIII, p. 478.

Stations. — Côtes mauritaniennes et sénégalienne [Chucho].

La Pastenague commune est une espèce à aire géographique des plus vastes ; elle habite l'Atlantique, les mers de la Chine et du Japon. On la prend assez souvent sur nos côtes, surtout au sud de la Loire. Elle est assez rare sur notre littoral méditerranéen.

Elle atteint une grande taille : 1 mètre à 1^m,50 et même davantage. Sa queue est armée, comme on le sait, d'un aiguillon redoutable à bords latéraux dentelés, capable de faire des blessures dangereuses.

8. *Trygon margarita* GUENTHER.

1870. *Trygon margarita* GUENTHER, Cat. Fish., VIII, p. 479.

1882. *Trygon margarita* STEINDACHNER, Denks. Ak. Wiss. Wien., XLIV, p. 50.

1890. *Trygon margarita* OSORIO, Jorn. Math. Phys. Nat. Lisboa, (II), 1890, p. 60.

Station. — Baie d'Ouloumi (Gabon) [Niouma].

Ce Trygon de la Côte occidentale d'Afrique est remarquable par un large tubercule, ressemblant à une perle et placé au milieu du disque, ainsi qu'on peut s'en rendre compte sur le dessin que j'ai fait du petit spécimen de 150 + 270 = 420 millimètres de longueur rapporté par M. Gruvel (fig. 1). Cette forme a été signalée par Osorio sur les côtes d'Angola à Benguella et Lobito.

T. VI. — Fasc. 4.

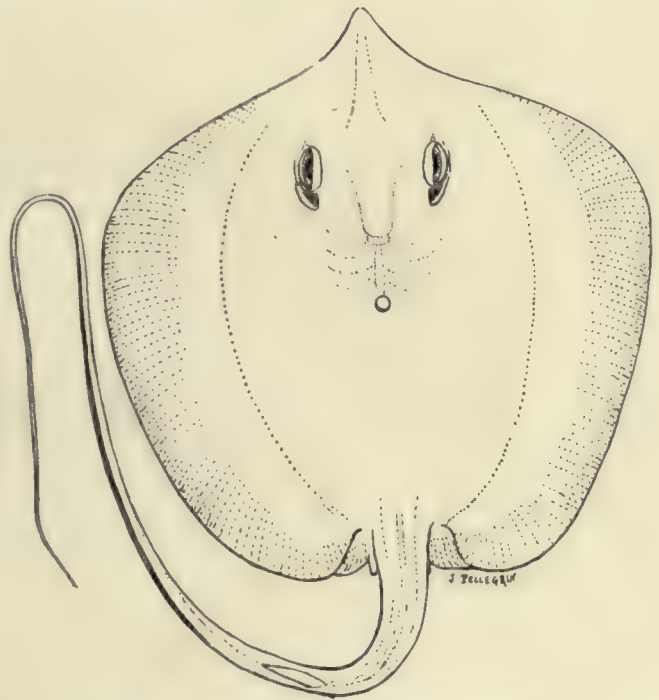


Fig. 1. — *Trygon margarita* Günther.

Myliobatidæ.

RHINOPTERA Kuhl.

9. Rhinoptera Peli BLEEKER.1863. *Rhinoptera Peli* BLEEKER, Nat. Verh. Wet. Haarlem., XVIII, n° 2, p. 18, pl. I.*Stations.* — Baie du Lévrier ; côtes mauritaniennes et sénégalienes.

Bleeker a décrit cette espèce d'après un spécimen de Guinée. Elle est, d'après Rochebrune, assez commune au Sénégal. En tout cas, c'est une espèce de l'Atlantique tropical qui ne doit pas remonter beaucoup au Nord.

Comme chez les Trygons, la queue est ornée d'aiguillons barbelés.

Polypteridæ.

POLYPTERUS Geoffroy.

10. * Polypterus Lapradei STEINDACHNER.1869. *Polypterus Lapradei* STEINDACHNER, Sitz. Ak. Wiss. Wien., LIX (1), p. 103, pl. I, fig. 1 et 2 ; pl. II, fig. 1 et 2.*Station.* — Sénégal [*Rhap*].

Les Polyptères sont de curieux Poissons ganoïdes, spéciaux aujourd'hui aux eaux douces africaines et représentant le groupe jadis très vaste des Crossoptérygiens. On n'en connaît plus qu'une dizaine d'espèces.

Le Polyptère de Laprade habite le Sénégal, la Gambie, le Niger. Le nombre des pinnules ou épines détachées supportant des rayons articulés à la nageoire dorsale varie suivant les espèces. Chez le *P. bichir* Geoffroy, du Nil, il est de 15 à 18 ; chez le *P. Lapradei* Steind., de 13 ou 14 ; chez le *P. senegalus* Cuv., de 8 à 11 ; chez le *P. retropinnis* Vaillant, du Congo, il descend à 6 ou 7. Le spécimen de *P. Lapradei* Steind., rapporté par M. Gruvel, possède 14 pinnules à la dorsale.

Elopidæ.

ELOPS Linné.

11. * Elops lacerta C. V.1846. *Elops lacerta* CUVIER et VALENCIENNES, Hist. Poiss., XIX, p. 381, pl. 575.
1901. *Elops lacerta* BOULENGER, Poiss. Congo, 1901, p. 48.

Stations. — Cap Blanc [*Lysa*] ; Konakry [*Kéni*] ; Port-Bouet (Côte-d'Ivoire) [*Avo*] ; baie de Libreville [*Nianga*].

L'Élope lézard se rencontre sur les côtes du Sénégal, où, au dire de Rochebrune, il est très commun, sur celles de Gambie, du Gabon et du Congo. C'est un Poisson marin tropical, mais qui remonte assez haut dans les fleuves, à la façon des Muges. C'est ainsi qu'au dire de Boulenger il s'avance dans le Congo jusqu'au bief de Manyanga, dans la région des cataractes.

Les Élopes sont carnivores ; d'après M. Gruvel, leur chair est appréciée des Noirs. Ils représentent les derniers vestiges d'un groupe très riche à l'époque crétacée. Les jeunes subissent des métamorphoses qui rappellent celles des Murénidés ; ils passent par un stade hyalin et comprimé en ruban.

MEGALOPS Lacépède.

12. * *Megalops atlanticus* C. V.

1846. *Megalops atlanticus* CUVIER et VALENCIENNES, Hist. Poiss., XIX, p. 398.

1868. *Megalops thrissoides* GUENTHER, Cat. Fish., VII, p. 472.

1896. *Tarpon atlanticus* JORDAN et EVERMANN, Bull. U. S. Nat. Mus., n° 47, I, p. 409.

Stations. — Entre Dakar et la pointe San Ghomar ; Banane [*M' bégi*].

Le Mégalope de l'Atlantique, plus connu sous le nom de Tarpon ou Grande Écaille, est un énorme Poisson de l'Atlantique tropical qui remonte dans les rivières. Sur les côtes américaines des États-Unis, la pêche du Tarpon à la ligne est un sport très goûté, bien que la valeur alimentaire du Poisson soit assez médiocre. Cependant ses écailles sont employées comme objets d'ornement.

Albulidæ.

ALBULA Gronovius.

13. *Albula vulpes* (L.).

1758. *Esox vulpes* LINNÉ, Syst. Nat., p. 313.

1801. *Albula conorhynchus* BLOCH SCHNEIDER, Syst. Ichth., p. 432.

1846. *Albula goreensis* CUVIER et VALENCIENNES, Hist. Poiss., XIX, p. 342.

1868. *Albula conorhynchus* GUENTHER, Cat. Fish., VII, p. 468.

Stations. — Rufisque ; baie de Libreville [*Ikondo*] ; Banane [*N' kounga*].

Les nombreuses espèces distinguées dans le genre Butirin ont été ramenées à une seule par Günther. Celle-ci habite toutes les mers tropicales et subtropicales du globe. Elle n'est pas rare sur la côte du Sénégal, d'où Rang avait, dès 1831, envoyé à Cuvier et Valenciennes deux exemplaires qui leur servirent de types pour la description du Butirin de Gorée, aujourd'hui tombé en synonymie.

Notopteridæ

NOTOPTERUS Lacépède.

14. ** Notopterus afer GUENTHER.1868. *Notopterus afer* GUENTHER, Cat. Fish., VII, p. 480.

Stations. — Plateau de Labé (Haute-Guinée) (D^r Gendre) ; rivière de Coyah (Basse-Guinée) [*Namfalé*].

Les Notoptères sont de curieux Poissons d'eau douce à dorsale minuscule, à anale très prolongée et confondue avec la caudale. Ils habitent le Sud-Est de l'Asie et l'Afrique tropicale où on n'en connaît qu'une espèce répandue dans les rivières, depuis la Gambie jusqu'au Congo.

Osteoglossidæ.

HETEROTIS Cuvier et Valenciennes.

15. ** Heterotis niloticus (CUVIER).1829. *Sudis niloticus* CUVIER. Règne Animal, 2^e éd., I, p. 328.1846. *Heterotis Ehrenbergi* CUVIER et VALENCIENNES, Hist. Poiss., XIX, p. 469, pl. 583 et 584.

Stations. — Lagune de Porto-Novo (Dahomey) [*Cjoua poté*].

L'Hétérotis du Nil est le seul représentant africain actuel de la famille des Ostéoglossidés ; il habite tous les grands cours d'eau de l'Afrique tropicale au nord de l'Équateur et atteint une taille assez considérable, près d'un mètre.

Clupeidæ.

ENGRAULIS Cuvier.

16. Engraulis encrasicholus (L).1758. *Clupea encrasicholus* LINNÉ, Syst. Nat., p. 318.1848. *Engraulis encrasicholus* CUVIER et VALENCIENNES, Hist. Poiss., XXI, p. 7, pl. 607.

Station. — Rufisque.

La présence de l'Anchois vulgaire sur les côtes du Sénégal est intéressante à constater, car cette espèce figure parmi celles dont l'intérêt pratique est des plus considérables. D'après M. Gruvel, les bancs d'Anchois seraient énormes et se retrouveraient au moins jusqu'aux côtes du Dahomey. Ils pourraient donner lieu à une exploitation importante.

On sait que l'Anchois se trouve sur toutes nos côtes, mais qu'il est surtout abondant sur notre littoral méditerranéen.

CLUPEA Cuvier.

17. *Clupea aurita* (C. V.).

1847. *Sardinella aurita* CUVIER et VALENCIENNES, Hist. Poiss., XX, p. 263, pl. 594.

1868. *Clupea maderensis* (non LOWE) GUENTHER, Trans. Zool. Soc., II, p. 189.

Stations. — Baie du Lévrier ; Dakar (côtes sénégalaises) [*Yaboy*] ; Praya-Amélia (Angola) [*Sardinha*].

La Sardinelle auriculée est une espèce méditerranéenne assez rare sur nos côtes, mais que l'on pêche quelquefois à Nice et à Cette. La présence à Dakar, de deux spécimens adultes capturés par M. Gruvel, mérite déjà d'être signalée, mais sa réapparition sur les côtes du sud de l'Angola est tout à fait intéressante.

Dans certains ports de la Méditerranée, on fait subir à la Sardinelle les mêmes préparations qu'à la Sardine. Cette dernière espèce, si importante au point de vue économique, encore abondante sur les côtes du Maroc, ne descend pas jusqu'à celles de Mauritanie et du Sénégal.

18. *Clupea senegalensis* (C. V.).

1831. ? *Alosa senegalensis* BENNETT, Proc. Comm. Zool. Soc., I, p. 147.

1847. *Meletta senegalensis* CUVIER et VALENCIENNES, Hist. Poiss., XX, p. 370.

Stations. — Baie du Lévrier, baie de Hann et côtes de Mauritanie [*Yos*] ; Dakar, Rufisque et côtes sénégalaises.

La Melette du Sénégal est spéciale à la Côte occidentale d'Afrique.

19. *Clupea eba* (C. V.).

1847. *Alosa eba* CUVIER et VALENCIENNES, Hist. Poiss., XX, p. 417.

1869. *Clupea setosa* STEINDACHNER, Sitz. Ak. Wiss. Wien., LX (1), 1869, p. 311, pl. VI.

Stations. — Baie du Lévrier ; Bel-Air et baie de Hann ; Konakry [*Bampé* en sous-sous] ; lagune de Grand-Bassam [*Eouè*] ; baie d'Ouloumi (Gabon) [*M' béré*].

L'Alose eba a été décrite par Cuvier et Valenciennes sur des spécimens de Gorée dus à Rang. Elle atteint, d'après ces auteurs, un pied de long. Le *Clupea setosa* Steind., qu'il faut y ramener, provient de la côte de Libéria et du Gabon.

Tous ces Poissons du genre Clupe sont comestibles.

PELLONULA Güenther.

20. * *Pellonula vorax* GUENTHER.

1868. *Pellonula vorax* GUENTHER, Cat. Fish., VII, p. 452.

Stations. — Lagune Ebrié (Côte d'Ivoire) [*Elingéné* en appollonien, *Elingé* en fonbé] ; baie de Libreville (Gabon) [*Lolo*].

Cette petite Clupe est connue des rivières de l'Afrique occidentale, du Sénégal au Congo. Elle ne dépasse pas une douzaine de centimètres de longueur, mais vit en troupes excessivement nombreuses. En plusieurs endroits, elle est pêchée en quantités considérables par les indigènes et constitue une ressource alimentaire importante.

PELLONA C. V.

21. *Pellona africana* (BL.).

1795. *Clupea africana* BLOCH, Nat. ausl. Fische., IX, p. 45.

1847. *Pellona iserti* CUVIER et VALENCIENNES, Hist. Poiss., XX, p. 307.

Stations. — Konakry [*Lati*]; baie de Libreville [*Osaka m'béré*].

La Pellone africaine est spéciale à la Côte occidentale d'Afrique. Cette Clupe est surtout recherchée par les indigènes.

Characinidæ.

SARCODACES Günther.

22. ** *Sarcodaces odoë* (BLOCH).

1794. *Salmo odoë* BLOCH, Ausl. Fische., VIII, pl. 386.

1849. *Xiphorhynchus odoë* CUVIER et VALENCIENNES, Hist. Poiss., XXII, p. 345.

1864. *Sarcodaces odoë* GUENTHER, Cat. Fish., V, p. 352.

Stations. — Rivière de Dubréka (Basse-Guinée) [*Bakhéyakhé* en soussou]; lagune de Grand-Bassam [*Adiabété* en abouré; *Ouéka* en appollonien].

Le Xiphorhynque odoë est un beau Poisson dont l'aspect rappelle assez celui de la Truite et du Brochet qui habite les rivières de l'Afrique occidentale, le Chari, le Congo, le Zambèze et le lac Ngami. Sa chair est estimée.

HYDROCYON Cuvier.

23. ** *Hydrocyon Forskali* CUVIER.

1775. *Salmo dentex* (non HASSELQUIST) FORSKAL, Descr. Anim., p. XIII et 66.

1819. *Hydrocyon Forskali* CUVIER, Mém. Mus. V, p. 354, pl. XXVIII, fig. 1.

Station. — Lagune de Porto-Novo (Dahomey) [*Ouéti* en fonbé].

L'Hydrocyon de Forskal est la plus anciennement connue et la plus répandue des espèces du genre africain *Hydrocyon*. Elle habite le bassin du Nil, celui du Tchad, du Sénégal et du Niger. Elle atteint un mètre.

Les « Chiens de fleuve » ou « Loups d'eau », comme on les appelle communément, sont des Poissons voraces et féroces et que rend redoutables leur dentition, composée d'une série de dents volumineuses, plus ou moins triangulaires et à bords tranchants. Ils se font un jeu de rompre les lignes les mieux montées. En revanche, la chair de ces Poissons carnassiers est fort estimée.

ALESTES Müller et Troschel.

24. ** *Alestes baremose* (JOANNIS).

1766. *Salmo niloticus* (non HASSELQUIST) LINNÉ, Syst. Nat., I, p. 514.

1835. *Myletes baremose* JOANNIS, Mag. Zool., III, pl. VI.

1849. *Alestes Kotschy* HECKEL, Russegger's Reise Egypt., III, p. 308, pl. XXI, fig. 3.

Station. — Sénégal [*See leutch*].

Les Alestes, dont on compte 25 espèces dans les eaux douces africaines, sont des Poissons omnivores dont la chair est assez délicate. La mâchoire supérieure est armée de deux séries de dents pluricuspidés, fortes, peu nombreuses ; l'inférieure ne possède qu'une série de dents comprimés, pluricuspidés, derrière laquelle se trouve une paire de petites dents coniques.

L'*Alestes baremose* Joannis a une aire de distribution fort vaste : on le rencontre, en effet, dans le Nil, le lac Rodolphe, le Tchad, le Sénégal, la Gambie, le Niger.

25. ** *Alestes nurse* RUPPELL.

1832. *Myletes nurse* RUPPELL, Fortsetz. Beschr. Fische Nil, p. 12, pl. II, fig. 3.

1835. *Myletes guile* JOANNIS, Mag. Zool., III, pl. IX.

1845. *Alestes nurse* MUELLER et TROSCHER, Hor. Ichthyol., I, p. 13.

Station. — Sénégal [*Rajh-Rajh-djadi*].

L'Aleste nurse est, comme l'*Alestes baremose*, une espèce exclusivement dulcaquicole, et sa distribution géographique est très analogue.

M. Gruvel a noté qu'elle disparaît de l'embouchure du fleuve Sénégal, quand arrive l'eau de mer.

26. ** *Alestes Chaperi* SAUVAGE.

1882. *Alestes Chaperi* SAUVAGE, Bull. Soc. Zool. France, p. 320, pl. V, fig. 3.

Station. — Rivière de Coyah (Basse-Guinée).

Cette espèce a été décrite primitivement d'après des exemplaires d'Assinie ; elle a été retrouvée depuis en plusieurs points de la Côte de l'Or et du golfe de Bénin. Les envois de M. Gruvel étendent son habitat, au nord, jusqu'à la Guinée française.

27. ** *Alestes macrolepidotus* CUVIER et VALENCIENNES.

1849. *Brycinus macrolepidotus* CUVIER et VALENCIENNES, Hist. Poiss., XXII, p. 157, pl. 639.
 1852. *Alestes macrolepidotus* BILHARZ, Sitz. Ak. Wien., p. 469, pl. XXXVII.

Station. — Lagune de Grand-Bassam [*Kakabé*].

Le Brycin à grandes écailles atteint une cinquantaine de centimètres de longueur ; il habite le Nil, le Bahr-el-Gebel, l'Omo, le Sénégal, le Niger et le Congo.

DISTICHODUS Müller et Troschel.

28. ** *Distichodus rostratus* GUENTHER.

1762. *Salmo niloticus* part., LINNÉ in HASSELQUIST, Reise Palæst., p. 422.
 1864. *Distichodus rostratus* GUENTHER, Cat. Fish., V, p. 360.

Station. — Sénégal [*Soo-Mar*] ; lagune de Bingerville (Côte d'Ivoire) [*Aïoupouké*].

On compte dans les eaux douces africaines une vingtaine de Distichodes. Les dents sont petites, cylindriques, échancrées ou bicuspidées. Ce sont des Poissons herbivores : aussi leur intestin est-il fort long et décrit-il de nombreuses circonvolutions.

Le *Distichodus rostratus* Günther est très voisin du *Distichodus niloticus* (Linné) dont il se sépare seulement par ses écailles un peu moins nombreuses en ligne longitudinale et en ligne transversale. Il habite le Nil, le lac Tchad, le Sénégal, la Gambie, le Niger.

CITHARINUS Cuvier.

29. ** *Citharinus citharus* (GEOFFROY).

1809. *Serrasalmus citharus* GEOFFROY, Descr. Égypte, Poiss., p. 40, pl. V, fig. 2 et 3.
 1829. *Citharinus Geoffroyi* CUVIER, Règne Anim., 2^e éd., II, p. 313.

Station. — Sénégal [*M'bet*].

Les Citharines sont des Poissons également herbivores. Leurs dents minuscules et pointues sont insérées sur les lèvres. Leur corps élevé les a fait comparer aux Brèmes de nos cours d'eau. On n'en connaît que cinq espèces, deux du Nil et du Sénégal, trois du bassin du Congo.

La Citharine de Geoffroy est la plus anciennement décrite. On l'a rencontrée dans le Nil, le lac Tchad, le Niger, le Sénégal et la Gambie,

Cyprinidæ.

LABEO Cuvier.

30. ** *Labeo senegalensis* CUVIER et VALENCIENNES.

1842. *Labeo senegalensis* CUVIER et VALENCIENNES, Hist. Poiss., XVI, p. 346, pl. 486.

Station. — Sénégal [*Salte*].

Les Labéons sont des Poissons assez voisins des Barbeaux, mais dont les lèvres sont munies d'une arête transversale, recouverte d'un étui corné et tranchant.

Leurs nombreuses espèces peuplent les eaux douces africaines et celles du sud de l'Asie. On en compte près de quarante espèces rien qu'en Afrique ; elles sont, en général, assez estimées des indigènes et recherchées pour le fumage.

Le Labéon du Sénégal, qu'on rencontre aussi dans la Gambie et le Niger, est très rapproché du *Labeo horie* Heckel, du Nil ; comme chez ce dernier, la surface interne des lèvres n'est pas barrée par des plis transversaux formés par des séries de papilles.

31. ** *Labeo coubie* RUPPELL.

1832. *Labeo coubie* RUPPELL, Fortsetz. Besch. Fische Nil, p. 11, pl. III, fig. 1.

Station. — Lagune de Port-Bouet (Côte d'Ivoire) [*E koudji*].

Le Labéon coubie, qui doit son épithète spécifique à ce que, sur le marché du Caire, il était vendu sous le nom de *Coubie*, habite le bassin du Nil, celui du Tchad, et les rivières de la Côte occidentale d'Afrique, du Sénégal au Vieux-Calabar.

Contrairement à l'espèce précédente, chez ce Labéon, la surface interne des lèvres est barrée par des plis transversaux.

BARBUS Cuvier.

32. ** *Barbus Gruveli* PELLEGRIN.

(Pl. I, fig. 3).

1911. *Barbus Gruveli* PELLEGRIN, Bull. Soc. Zool., France, p. 184.

La hauteur du corps est contenue 3 fois dans la longueur sans la caudale, la longueur de la tête 4 fois. Le museau est très légèrement arrondi, sans tubercules. L'œil est contenu 2 fois dans la longueur du museau, 1 fois $\frac{3}{4}$ dans l'espace interorbitaire et 5 fois dans la longueur de la tête. La bouche est subinférieure ; les lèvres sont peu développées, l'inférieure est confinée aux côtés ; le bord de la mâchoire inférieure est peu tranchant ; il y a deux paires de barbillons de chaque côté, l'antérieure faisant environ les $\frac{3}{4}$ du diamètre de l'œil, la postérieure dépassant légèrement ce diamètre. Les écailles à stries nombreuses, parallèles, sont au nombre de 24 en ligne longitudinale, $\frac{3\frac{1}{2}}{4\frac{1}{2}}$ en ligne transversale, 2 entre la ligne latérale et la ventrale, 12 autour du pédicule caudal. La ligne latérale est complète. La dorsale est située à égale distance de l'occiput et de la base de la caudale ; elle comprend 3 rayons simples et 9 rayons branchus ; le troisième rayon simple est dur, osseux à la base, non denticulé, sa partie rigide formant environ les $\frac{3}{5}$ de la longueur de la tête. L'anale est formée de 8 rayons simples et de 5 branchus et arrive jusqu'à la caudale. La pectorale, légèrement arrondie, fait les $\frac{4}{5}$ de la longueur de la tête et finit très loin des ventrales ; l'origine de la ventrale

est sous l'aplomb du deuxième rayon mou de la dorsale; la nageoire se termine bien avant l'anale. Le pédicule caudal est environ aussi long que haut. La caudale est nettement fourchue.

La teinte générale est olivâtre, les écailles du dos sont plus foncées à la base.

D. III 9; A. III 5; P. 16; V. 10; Sq. 3 $\frac{1}{2}$ | 24 | 4 $\frac{1}{2}$.

N° 11-40. Coll. Mus. — Rivière de Dubréka (Guinée française) [*Kayangé*]: GRUVEL.

Longueur : 230 + 50 = 280 millimètres.

Ce Barbeau, de belle taille, appartient au groupe du *Barbus bynni* Forskal; il est remarquable par la grandeur de ses écailles et paraît se rapprocher du *B. micronema* Boulenger (1) de la rivière Kribi, dans le sud du Cameroun. Il s'en distingue principalement par ses barbillons plus longs, ses écailles moins nombreuses en ligne longitudinale et en ligne transversale, son museau sans granulations. Je me suis fait un plaisir de le dédier au distingué zoologiste qui l'a rapporté au Muséum de Paris.

Le genre Barbeau ou *Barbus* est à l'heure actuelle un des plus riches en espèces de la classe des Poissons. Il habite les eaux douces de tout l'ancien continent, et l'on sait que dans nos eaux métropolitaines on en compte deux espèces, le Barbeau commun (*Barbus fluviatilis* Agassiz) et le Barbeau canin ou méridional (*B. meridionalis* Risso).

Dans les cours d'eau de l'Afrique, le genre est très richement représenté, surtout dans la région nord-est. Dans son récent catalogue (2), M. Boulenger n'en distingue pas moins de 185 espèces. La plupart sont comestibles.

33. ** *Barbus trispilus* (BLEEKER).

1863. *Puntius (Barbodes) trispilos* BLEEKER, Nat. Verh. Vet. Haarlem, XVIII, n° 2, p. 113, pl. XXIII, fig. 3.

1868. *Barbus trispilus* GUENTHER, Cat. Fish., VII, p. 108.

Station. — 3 spécimens. Riv. Mamou (Haute Guinée).

Trois spécimens, rapportés par M. Gruvel, mesurant respectivement 73, 62, et 60 millimètres, possèdent la coloration typique de l'espèce, c'est-à-dire trois taches sur les côtés, la première au-dessus de la ligne latérale et en avant de la verticale menée de l'origine de la dorsale, la seconde immédiatement en arrière de la verticale du dernier rayon de cette nageoire, la troisième sur la ligne latérale à la fin du pédicule caudal.

Cette petite espèce est connue de la côte de l'Or et de Libéria.

Var. *quinquepunctata* PELLEGRIN.

(Pl. I, fig. 2).

1911. *Barbus trispilus*, var. *quinquepunctata* PELLEGRIN, Bull. Soc. Zool. France, p. 185.

Dans ce spécimen tout à fait semblable par ailleurs et pris en même temps que les

(1) G. A. BOULENGER, *Ann. Nat. Hist.* (7), XIII, 1904, p. 237.

(2) G. A. BOULENGER, *Cat. Fresh-water Fishes Africa*, II, 1911, p. 1.

individus à trois taches latérales, il existe 5 petites taches arrondies sur le milieu des flancs, la première environ à mi-distance entre la fente branchiale et l'origine de la dorsale, la seconde sous le début de cette nageoire, la troisième sous son dernier rayon, la quatrième un peu plus reculée et la dernière à l'extrémité du pédicule caudal.

D. III 8 ; A. III 5 ; P. 15 ; V. 9 ; Sq. $4\frac{1}{2}$ | 25 | $4\frac{1}{2}$.

N° 11-44. Coll. Mus. — Rivière Mamou (Haute-Guinée) : GRUVEL.

Longueur : $58 + 15 = 73$ millimètres.

34. ** *Barbus camptacanthus* (BLEEKER).

1863. *Puntius (Barbodes) camptacanthus* BLEEKER. Nat. Verh. Vet. Haarlem, XVIII, n° 2, p. 111, pl. XXIII. fig. 2.

1868. *Barbus camptacanthus* GUENTHER, Cat. Fish., VII, p. 134.

Station. — Rivière Bafing.

Ce Barbeau est connu du Niger, de Fernando-Po, du Cameroun et de la Guinée portugaise, ce qui explique qu'on puisse le retrouver aussi dans le Haut-Sénégal.

BARILIUS Hamilton Buchanan.

35. ** *Barilius Steindachneri* PELLEGRIN.

1908. *Barilius Steindachneri* PELLEGRIN, Bull. Mus. Paris, p. 208, et Bull. Soc. Philom. (9), X, p. 131, fig.

1911. *Barilius Steindachneri* BOULENGER, Cat. Fresh-water Fish. Africa, II, p. 197.

Station. — Rivière Mamou (Haute-Guinée).

J'ai fait connaître cette jolie espèce d'après 5 spécimens d'une longueur totale de 82 à 95 millimètres, rapportés du marigot de Mamou, près de Timbo, à une altitude de 800 mètres environ, par le D^r R. Wurtz (fig. 2).

M. Gruvel a recueilli dans la même région deux beaux spécimens mesurant respectivement 135 et 120 millimètres.

L'espèce vient d'être encore retrouvée au même endroit par M. Adalbert Klaptoch qui la mentionne dans une liste de Poissons de la Guinée française.

Le *Barilius Steindachneri* Pellegrin se rapproche surtout du *Barilius ubangiensis* Pellegrin (1), du bassin du Congo et du Cameroun. Il s'en distingue par sa bouche plus

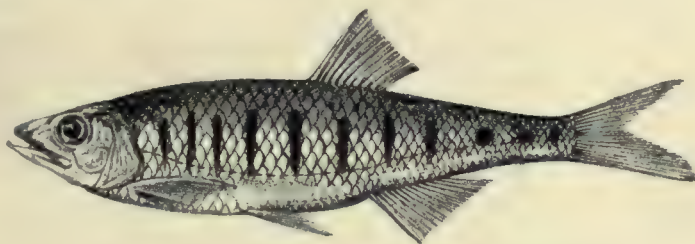


Fig. 2. — *Barilius Steindachneri* Pellegrin.

(1) PELLEGRIN, Bull. Mus. Hist. nat., 1901, p. 250.

grande, ses sous-orbitaires plus développés, son anale plus reculée et dépourvue de lobe antérieurement. Il est facile à séparer du *Barilius senegalensis* Steindachner (1), la seule espèce du genre habitant les mêmes régions, à cause de ses écailles plus grandes.

Le *Barilius niloticus* Joannis du Nil et du Niger, dont les formules sont analogues à celles du *B. Steindachneri* Pellegrin, s'en sépare par sa dorsale complètement en avant de l'anale et sa coloration très différente.

Les *Barilius* sont de ravissants petits Cyprinidés de couleur argentée très caractéristique, qui habitent les eaux douces du sud-est de l'Asie, la Chine, le bassin du Nil et l'Afrique tropicale.

Les espèces africaines connues atteignent le chiffre de 27 ; les espèces asiatiques sont un peu plus nombreuses.

Siluridæ.

CLARIAS GRONOVIVS.

36. ** *Clarias lazera* C. V.

1840. *Clarias lazera* CUVIER et VALENCIENNES, Hist. Poiss., XV, p. 372.

Station. — Lagune de Porto-Novo (Dahoméy) [*Aboli*].

Le *Harmouth lazera*, ainsi que le désignait Riffaud dans son voyage en Égypte, est commun en Syrie, dans le bassin du Nil et dans les cours d'eau de l'Afrique occidentale, du Sénégal au Congo. Il peut dépasser un mètre de longueur.

Les *Clarias* sont répandus dans le sud-est de l'Asie, la Syrie et l'Afrique. On en distingue 33 espèces dans ce dernier continent. Beaucoup atteignent une grande taille et sont utilisées pour l'alimentation, principalement par les indigènes.

Les mœurs des *Clarias* sont fort curieuses. M. le P^r Vaillant a donné d'intéressants détails sur celles du *Clarias lazera* C. V., d'après des observations recueillies par le D^r Suard, à Nioro, dans le Soudan français (2). Pendant la saison sèche, qui dure environ dix mois de l'année, les *Clarias* s'enfoncent dans la vase pour éviter la chaleur du jour ; mais ils en sortent le soir et, grâce à leur corps plus ou moins serpentiforme, rampent sur le sol à la recherche de leur nourriture qui consiste surtout en grains de millet. Ils sont, d'ailleurs, munis d'un appareil arborescent spécial, placé au-dessus des branchies, qui leur permet de puiser dans l'air l'oxygène nécessaire à la respiration et de vivre ainsi à terre un temps plus ou moins long, contrairement à ce qui se passe pour la généralité des animaux de la classe à laquelle ils appartiennent.

Une autre particularité remarquable des *Clarias* a été observée par le D^r Lortet, en Syrie : quand on tire ces Poissons de l'eau, ils font entendre une sorte de miaulement comparable à celui d'un Chat en colère.

(1) STEINDACHNER, Sitz. Ak. Wiss. Wien., 1870, LXI (1), p. 564, pl. V, fig. 2.

(2) Bull. Mus. Hist. nat., Paris, 1895, p. 271.

SCHILBE Cuvier.

37. ** *Schilbe mystus* (L.).

1762. *Silurus mystus* LINNÉ, in HASSELQUIST, Reise Palæst., p. 419.

1839. *Schilbe senegalus* CUVIER et VALENCIENNES, Hist. Poiss., XIV, p. 378.

1872. *Schilbe senegalensis* var. *fasciata* STEINDACHNER, Sitzb. Ak. Wien., LX (1), p. 983. pl. VI, fig. 1 et 2.

Station. — Sénégal.

Les Schilbés sont des Silures habitant le Nil et les cours d'eau de l'Afrique tropicale. Ils sont voisins des *Eutropius*, et possèdent comme eux une petite dorsale et une longue anale, mais ils s'en distinguent par l'absence complète de nageoire adipeuse. On en connaît deux espèces. Le Schilbé à large tête, auquel on ramène le Schilbé du Sénégal, se rencontre dans le Nil et toute l'Afrique tropicale jusqu'au Haut-Zambèze.

CHRYSICHTHYS Bleeker.

38. ** *Chrysichthys nigrodigitatus* (LACÉPÈDE).

1803. *Pimelodus nigrodigitatus* LACÉPÈDE, Hist. Poiss., V., p. 102 et 108.

1864. *Chrysichthys nigrodigitatus* GUENTHER, Cat. Fish., V, p. 73 et 430.

Stations. — Sénégal [*Enha*]; lagune de Grand-Bassam [*Kéké*].

Les Chrysichthys sont de beaux Silures dont on connaît une vingtaine d'espèces dans le Nil et les fleuves africains tropicaux. Quelques-uns, comme le *Chrysichthys Cranchii* Leach du Congo, atteignent une grande taille, plus d'un mètre. Ce sont des poissons en général assez estimés au point de vue comestible.

Le *Chrysichthys nigrodigitatus* Lacépède, qui mesure une quarantaine de centimètres, habite les cours d'eau de l'Afrique occidentale, depuis le Sénégal jusqu'à l'Ogôoué. D'après M. Gruvel, il ne craindrait pas les eaux salées des estuaires.

39. ** *Chrysichthys Walkeri* GUENTHER.

1867. *Chrysichthys macrops* part., GUENTHER, Ann. Mag. N. H. (3), XX, p. 112.

1899. *Chrysichthys Walkeri* GUENTHER, Proc. Zool. Soc, p. 720, fig.

1911. *Chrysichthys Walkeri* BOULENGER, Cat. Fresh-water Fish. Africa, II, p. 324, fig. 254.

Station. — Lagune fétiche de Port-Bouet (Côte d'Ivoire) [*Nono* en abouré, *Kondro* en appollonien].

Cette espèce est connue de la Côte de l'Or à l'Ogôoué.

Le spécimen rapporté par M. Gruvel mesure 185 millimètres de longueur et s'écarte un peu de la description donnée par Günther et Boulenger. L'œil, remarquablement développé, a son grand diamètre compris trois fois et demie seulement dans la lon-

gueur de la tête; la caudale est fourchue, mais pas très profondément, et son lobe supérieur est inférieur à la longueur de la tête. D'une façon générale, les lobes sont moins pointus.

ARIUS C. V.

40. * *Arius Heudeloti* C. V.

1840. *Arius Heudeloti* CUVIER et VALENCIENNES, Hist. Poiss., XV, p. 73, pl. 428

Stations. — Baie du Lévrier; Sénégal.

L'*Arius* de Heudelot est connu du Sénégal au Cameroun. Il est intéressant de le voir remonter jusqu'à la baie du Lévrier. Il mesure une cinquantaine de centimètres en moyenne.

Les *Arius*, souvent désignés sous le nom de Machoirans, sont des animaux plutôt marins que d'eau douce, habitant surtout les estuaires et les lagunes saumâtres. Quelques-uns cependant remontent assez loin dans les eaux douces. Ils sont cosmopolites et se rencontrent dans toutes les mers tropicales. On en connaît sept espèces africaines

Il y a lieu de noter, chez ces Poissons, une habitude des plus singulières, observée sur différentes espèces américaines (1) et asiatiques : il s'agit de l'incubation buccale.

Les œufs extrêmement gros, et par conséquent peu nombreux, sont, après la ponte, conservés, en quelque sorte couvés, dans la bouche des parents. Ils y restent, jusqu'à l'éclosion, dans un courant d'eau perpétuellement renouvelée et à l'abri des ennemis qui autrement ne manqueraient pas d'en atteindre la plus grande partie. Les soins, d'ailleurs, se poursuivent encore pendant un certain temps après la naissance des alevins, jusqu'à la résorption complète de la vésicule ombilicale. Chez les *Arius*, c'est le plus souvent les mâles, mais aussi parfois les femelles, qui coopèrent à l'éducation des jeunes. On retrouvera chez les Cichlidés ce mode singulier employé pour assurer la perpétuité de l'espèce.

41. * *Arius latiscutatus* GUENTHER.

1864. *Arius latiscutatus* part., GUENTHER, Cat. Fish., V, p. 151.

1901. *Arius latiscutatus* BOULENGER, Poiss. Bass. Congo, p. 300.

Stations. — Port de Libreville (Gabon) [*Kongo*]; Banane (estuaire du Congo) [*Koloan-goué*].

L'*Arius* à large bouclier est connu de la Gambie au Congo. Il atteint une grande taille, plus d'un mètre. Boulenger en a reçu un individu de Boma mesurant 85 centimètres.

(1) Cf. Dr J. PELLEGRIN, Sur l'incubation buccale chez l'*Arius fissus* C. V. (*C. R. Ac. Sc.*, t. CXLV, 1907, p. 350).

SYNODONTIS Cuvier.

42. ** *Synodontis schall* (BL. SCHN.).

1801. *Silurus schall* BLOCH SCHNEIDER, Syst. Ichth., p. 385.

1859. *Synodontis schall* HYRTL, Denks. Ak. Wien., XVI, p. 16.

Station. — Sénégal [Kala].

Les Synodontes ou Schalls sont très répandus dans les cours d'eau africains où on n'en compte pas moins de 57 espèces. Le Synodonte schall du Nil, du Tchad et du Sénégal est une des plus anciennement connues.

Ces curieux Poissons ont la faculté d'émettre des sons qui paraissent produits par l'action des muscles entourant la vessie natatoire compressible à volonté et par le grincement des épines de la dorsale et des pectorales ; ils possèdent, en outre, la curieuse faculté de pouvoir nager sur le dos, mais, si quelque danger les menace, ils reprennent pour s'enfuir la position ordinaire. Ces faits, connus déjà des anciens Égyptiens, ont été observés à nouveau par Geoffroy Saint-Hilaire et Riffault.

La chair des Schalls est de peu de valeur.

MALOPTERURUS Lacépède.

43. ** *Malopterurus electricus* (GMELIN).

1789. *Silurus electricus* GMELIN, Syst. nat., I, p. 1351.

1803. *Malopterurus electricus* LACÉPÈDE, Hist. Poiss., V, p. 91.

Station. — Plateau de Labé (Haute-Guinée) [D' GENDRE].

Le Maloptérure électrique appartient à un groupe spécial de la famille des Siluridés, caractérisé par l'absence de dorsale rayonnée, la présence d'une adipeuse et d'une anale courte. Il est répandu dans le Nil et la plupart des rivières de l'Afrique tropicale. Il peut dépasser 80 centimètres de longueur.

Ce Poisson est justement célèbre à cause des décharges électriques qu'il est susceptible d'envoyer et qui lui ont valu le nom de « trembleur » et de « poisson tonnerre ». L'organe producteur de l'électricité est différent de ce que l'on rencontre chez les autres Poissons électriques, il dépend du système tégumentaire, non du système musculaire comme chez la Torpille par exemple.

Anguillidæ.

HETERENCHELYS Regan.

44. *Heterenchelys microphthalmus* REGAN.

(Pl. I, fig. 4 et 4 a).

1912. *Heterenchelys microphthalmus* REGAN, Ann. Mag. Nat. Hist., sér. 8, vol. X, p. 324.



Fig. 3. — Dentition d'*Heterenchelys microphthalmus* Regan (grossie 2 fois).

La hauteur du corps est comprise 23 fois dans la longueur totale; la longueur de la tête comptée jusqu'à la fente branchiale fait deux fois la distance qui sépare cette dernière de l'anus. La queue est deux fois aussi longue que le reste du corps, y compris la tête. Le museau conique, de longueur moyenne, est arrondi à l'extrémité; la mâchoire inférieure est à peine proéminente. La narine antérieure, non tubuleuse, est située près du bout du museau et au-dessus de la lèvre antérieure; la narine postérieure est placée juste en avant de l'œil. Celui-ci est minuscule, à peine plus grand que la narine postérieure, et situé à égale distance du bout du museau et de la commissure labiale. La bouche bien fendue fait environ le tiers de la longueur de la tête. La langue n'est pas libre. Les dents sont en deux séries aux mâchoires et sur le vomer: coniques à la mâchoire supérieure, et à la rangée externe de la mâchoire inférieure; à sommet arrondi au vomer et à la partie postérieure de la rangée interne de la mâchoire inférieure. Les dents prémaxillaires coniques, plus volumineuses, sont nettement séparées des dents vomériennes. Les fentes branchiales externes, placées inférieurement et en forme de croissant, sont séparées l'une de l'autre par une distance égale à une fois et demie environ leur longueur. Les ouvertures branchiales internes sont larges. Le cœur est placé très en avant, sa partie antérieure arrivant presque au niveau des fentes branchiales. Il n'y a pas trace de pectorales. La dorsale commence un peu en arrière de la fente branchiale; rudimentaire au début, elle n'est réellement bien développée que dans le tiers postérieur; l'anale, déjà plus distincte à son origine, commence en arrière de l'anus et n'est aussi bien nette que postérieurement; ces nageoires se confondent avec la caudale dont les rayons médians sont plus courts que la longueur du museau.

La coloration est uniformément jaunâtre.

N° 13-104. Coll. Mus. — Banane (estuaire du Congo): GRUVEL.

Longueur totale: 290 millimètres.

J'ai cru utile de donner une description complète du spécimen rapporté par M. Gruvel. Au dire de celui-ci, l'animal « se tient enfoncé dans le sable ».

L'espèce n'était connue jusqu'ici que par deux spécimens de 390 et de 460 millimètres, provenant aussi de l'embouchure du Congo et décrits sommairement par M. Tate Regan, en même temps que l'*Heterenchelys macrurus*, du Lagos et de l'Elobi. Ces deux formes sont rangées par lui dans une famille spéciale, celle des Hétérenchelydés. Je pense qu'il est préférable de ne considérer ce groupe que comme une sous-famille dans la vaste famille des Anguillidés.

L'individu mentionné ci-dessus se rapproche par ses caractères principaux des types du British Museum (1). En ce qui concerne la dentition que M. Tate Regan donnait comme

(1) Voici la traduction de la courte diagnose spécifique donnée par M. Tate Regan pour son *Heterenchelys microphthalmus*:

conique, ce dernier a bien voulu, sur ma demande, réexaminer les types et m'écrire que « les dents internes de la mâchoire inférieure étaient obtuses, spécialement en arrière où elles étaient arrondies ».

PANTURICHTHYS Pellegrin (1).

Corps serpentiforme, nu, subcylindrique; tronc très réduit, inférieur à la longueur de la tête; queue extraordinairement développée. Museau conique, non prolongé; bouche moyenne étendue au delà de l'œil qui est minuscule. Langue non distinctement libre. Dents en trois rangées aux mâchoires et sur le vomer, coniques à la mâchoire supérieure et à la rangée externe de la mandibule, granuleuses au vomer et généralement aux rangées internes de la mandibule. Narines latérales, l'antérieure au-dessus de la lèvre, la postérieure en avant de l'œil. Ouvertures branchiales externes placées bas, nettement séparées; ouvertures internes ou pharyngiennes larges. Dorsale et anale longues, très basses, sauf en arrière où elles se confondent avec la caudale en une seule nageoire entourant la queue; rayons dissimulés sous la peau. Pectorales absentes. Frontaux pairs, unis par une suture médiane. Pharyngiens supérieurs oblongs, en forme de massue, les inférieurs étroits et allongés, tous garnis de plusieurs rangées de petites dents généralement coniques. Cœur placé très en avant, sa partie antérieure arrivant juste au niveau des fentes branchiales. Estomac et intestin s'étendant postérieurement environ jusqu'à la fin du premier quart de la longueur totale.

45. *Panturichthys mauritanicus* PELLEGRIN.

(Pl. I, fig. 5 et 5 a).

1913. *Panturichthys mauritanicus* PELLEGRIN, Congrès Zool. Monaco, Résumé. Comm., 1^{re} sér., p. 7; et *Bull. Soc. Zool. Fr.*, p. 117.

La longueur du corps est comprise 42 fois dans la longueur. La queue, comptée à partir de l'anus, fait les 7/8 de la longueur totale. La longueur de la tête jusqu'à la fente branchiale fait une fois 2/3 environ la distance de celle-ci à l'anus. Le museau de longueur moyenne est obtusément conique, arrondi à l'extrémité. La mâchoire inférieure est nettement proéminente. La narine antérieure, légèrement tubuleuse, à ouverture circulaire, est située, de chaque côté, à peu de distance de l'extrémité du museau et juste au-dessus de la lèvre supérieure; la narine postérieure en forme de fente est placée en avant et au niveau du bord inférieur de l'œil, à une distance égale environ aux 2/3 du diamètre de celui-ci. L'œil, très petit, et dont le diamètre est contenu 3 fois dans la longueur du museau, est situé un peu plus près de la commissure labiale postérieure que de l'extrémité du museau. La bouche est bien fendue et fait un peu moins du tiers de la

« Hauteur environ 22 fois dans la longueur. Queue à peu près deux fois aussi longue que le reste du Poisson; tête, jusqu'à l'ouverture branchiale, environ moitié aussi longue que la distance de l'ouverture branchiale à l'anus. Œil à peu près équidistant entre le bout du museau et l'angle de la bouche; ouverture buccale un peu plus du tiers de la longueur de la tête. Coloration uniforme. »

(1) De πᾶς, παντός, tout; οὐρά, queue; ἰχθύς, poisson.

longueur de la tête. Les dents (fig. 4) sont coniques et sur trois rangées à la mâchoire supérieure; la rangée externe seule complète, c'est-à-dire s'étendant en arrière jusqu'au

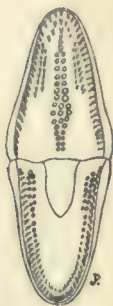


FIG. 4. — Dentition du *Panturichthys mauritanicus* Pellegrin.

niveau de la commissure labiale, comprend, de chaque côté, 23 dents à pointe légèrement dirigée en arrière: les deux rangées internes, formées chacune d'une dizaine de dents, s'arrêtent en arrière au niveau du bord antérieur de l'œil. Les dents vomériennes granuleuses, qui rejoignent insensiblement en avant les dents prémaxillaires coniques, forment d'abord 2 rangées, puis 3 à la partie médiane, pour revenir sur 2 rangées en arrière. Les dents mandibulaires sont disposées en 3 rangées; les externes coniques sont au nombre de 25 de chaque côté; en avant, elles sont doublées intérieurement d'une seule rangée de petites dents coniques, qui deviennent graniformes et passent sur deux rangs en arrière, s'étendant presque au niveau de la commissure labiale. Les fentes branchiales externes, en forme de croissant, sont séparées l'une de l'autre par une distance égale à leur propre longueur. Il existe quelques appendices ou branchiospines rudimentaires à la

base du premier arc branchial. La dorsale commence après les ouvertures branchiales et d'une manière peu visible; elle s'élève progressivement, mais n'offre un certain développement que tout à fait en arrière du corps, en avant de sa conjugaison avec la caudale. L'anale, plus distincte, commence aussitôt après l'anus et forme une crête qui n'est aussi bien développée qu'en arrière. Les rayons les plus longs de la caudale égalent la longueur du museau.

La coloration est uniformément brun marron au-dessus, gris clair sur le ventre.

A l'intérieur on ne trouve aucune démarcation nette entre l'œsophage et l'estomac (fig. 5). Celui-ci forme un long tube

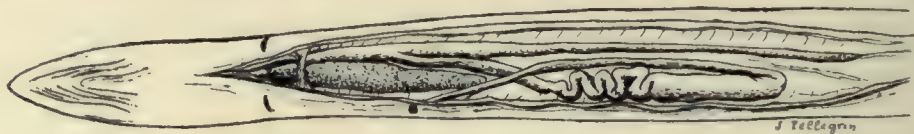


FIG. 5. — Appareil digestif du *Panturichthys mauritanicus* Pellegrin.

étroit qui se termine en pointe aveugle et s'étend en arrière jusque environ à la fin du premier quart de la longueur totale. L'intestin commence par un tube situé au niveau de l'anus; d'abord rectiligne, il se dirige en arrière, puis décrit quatre ou cinq petites circonvolutions, forme ensuite une poche plus vaste qui s'avance postérieurement un peu moins loin que la partie terminale de l'estomac; il se réfléchit alors, revient en avant en un tube plus étroit et droit qui aboutit à l'anus. Le foie est assez volumineux.

N° 13-8. Coll. Mus. — Baie du Lévrier (Côte de Mauritanie) : M. GRUVEL.

Longueur totale : 840 millimètres; hauteur : 20; longueur de la tête : 65; longueur du corps (tête comprise) : 105; diamètre de l'œil : 2 millimètres et demi.

Ce curieux Poisson, qui ne provient pas d'une grande profondeur, mais bien des couches superficielles, constitue un genre nouveau qui doit être rapproché du genre *Heterenchelys*.

Le genre *Panturichthys* se distingue nettement de celui-ci, par la disposition, le nombre des rangées et la forme des dents [trois séries de dents aux mâchoires et au vomer, au lieu

de deux ; dents vomériennes non séparées des dents prémaxillaires par un petit espace (1) ; dents graniformes au vomer et aux deux rangées internes de la mandibule] et par sa queue encore beaucoup plus longue proportionnellement au tronc (*Heterenchelys microphthalmus* : queue environ 2 fois ; *H. macrurus* : queue plus de 3 fois aussi longue que le reste du Poisson). Cependant tous les autres principaux caractères rapprochent ces Poissons : frontaux unis par une suture et non un seul frontal comme chez les Congridés, cœur placé très en avant, caudale présente confondue avec la dorsale et l'anale, pectorales absentes, yeux minuscules, etc.

La position si antérieure de l'anus chez le *Panturichthys* rappelle certains Poissons apodes des grands fonds comme les Nemichthyidés par exemple ; mais, chez ceux-ci, entre autres caractères différentiels, les mâchoires sont prolongées en une sorte de bec.

M. Tate Regan considère les *Heterenchelys* comme formant les types d'une famille, à part celle des Hétérenchelydés voisine des *Moringua* ou Moringuidés. Quelle que soit la conception que l'on puisse se faire des coupes à établir parmi les Poissons apodes, les *Heterenchelys* et le *Panturichthys* constituent un groupe homogène très particulier et de réelle valeur.

OPHICHTHYS Ahl.

46. *Ophichthys Büttikoferi* STEIND.

1895. *Ophichthys (Sphagebranchus) Büttikoferi* STEINDACHNER, Notes Leyden Mus., XVI, p. 88, pl. 4, fig. 2.

Station. — Baie de Cansado (baie du Lévrier).

Cette espèce serpentiforme a été décrite par Steindachner dans son mémoire sur les Poissons de Libéria, d'après des exemplaires d'Hill Town. Une forme assez voisine, le *Sphagebranchus imberbe*, se rencontre parfois sur nos côtes méditerranéennes.

MURÆNIDÆ.

MURÆNA Linné.

47. *Muræna afra* (BLOCH).

1795. *Gymnothorax afer* BLOCH, Nat. Ausl. Fische, IX, p. 85, pl. 417.

1870. *Muræna afra* GUENTHER, Cat. Fish., VIII, p. 123.

Station. — Cap Blanc.

Cette Murène est répandue dans la presque totalité des mers tropicales ; on la ren-

(1) M. Tate Regan, dans une note intitulée : The Osteology and classification of the Teleostean Fishes of the order Apodes (*Ann. Mag. Nat. Hist.*, série 8, vol. X, oct. 1912, p. 382 et p. 378 en note), donne les caractères ostéologiques des Hétérenchelydés et indique que, chez *Heterenchelys* comme *Synaphobranchus*, les dents vomériennes sont séparées par un espace des dents prémaxillaires et que ce vomer est un os distinct. Il considère l'os dentifère placé en avant du vomer et entre les maxillaires comme le « prémaxillaire ankylosé avec le mésethmoïde ».

contre, en effet, dans toutes les parties chaudes de l'Atlantique, dans l'océan Indien et sur les côtes australiennes. Elle est citée de Rufisque par Steindachner.

On sait le cas que faisaient les Anciens de la chair de la Murène hélène (*Muræna helena* L.), qui se rencontre sur nos côtes de la Méditerranée. Les mâchoires des Murènes sont formidablement armées et leur morsure est redoutable.

Cyprinodontidæ.

HAPLOCHILUS Mc. Clelland.

48. ** *Haplochilus senegalensis* STEIND.

1870. *Haplochilus senegalensis* STEINDACHNER, Sitz. Ak. Wien, LXI, p. 559, pl. VIII, fig. 2.

Station. — Rivière Bafing (Haut-Sénégal).

L'Haplochile du Sénégal habite le Sénégal et jusqu'aux confins du bassin du Niger et de celui du Tchad (1).

Le genre Haplochile est cosmopolite et compte de nombreuses espèces dans les eaux douces des Indes, du Japon, de l'Afrique tropicale, et surtout des régions chaudes américaines. Ces petits Cyprinodontidés carnassiers et ovipares ne présentent aucun intérêt pratique. Plusieurs cependant ont été récemment introduits en Europe comme Poissons d'aquarium.

Fistularidæ.

FISTULARIA L.

49. *Fistularia tabaccaria* L.

1758. *Fistularia tabaccaria* LINNÉ, Syst. Nat., p. 312.

Station. — Dakar (*Bounbann* en ouolof).

Cette Fistulaire habite l'Atlantique tropical ; on la rencontre surtout sur les côtes américaines, et sa présence du côté africain est beaucoup plus rare. Cependant le Muséum possède des spécimens provenant de Gorée et des Açores.

Syngnathidæ.

SYNGNATHUS L.

50. *Syngnathus pelagicus* L.

1758. *Syngnathus pelagicus* LINNÉ, Syst. Nat., p. 337.

1870. *Syngnathus pelagicus* GUENTHER, Cat. Fish., VIII, p. 165.

(1) J'ai décrit, en effet, récemment une variété de cette espèce, à laquelle j'ai donné le nom d'*acuticaudata*, d'après des exemplaires provenant de l'étang de Guidimouni (région de Zinder) et recueillis par la mission Tilho (*Bull. Soc. Zool. Fr.*, XXXVIII, 1913, p. 84).

Station. — Port-Étienne.

Ce Syngnathe habite tout l'Atlantique tropical et, d'après Günther, la Méditerranée, le sud du Pacifique et Maurice.

NEROPHIS Kaup.

51. *Nerophis ophidion* (LINNÉ).

1758. *Syngnathus ophidion* LINNÉ, Syst. Nat., p. 337.

1870. *Nerophis ophidion* GUENTHER, Cat. Fish., VIII, p. 192.

Station. — Baie de Cansado (baie du Lévrier).

Le Nérophis ophidion est une petite espèce, sans aucun intérêt pratique, qui habite la Méditerranée et les côtes européennes de l'Atlantique. Elle est assez commune dans le golfe de Gascogne. Il est intéressant de la voir descendre au Sud jusqu'à la baie du Lévrier.

HIPPOCAMPUS Rafinesque.

52. *Hippocampus guttulatus* CUVIER.

1829. *Hippocampus guttulatus* CUVIER, Règne Anim., 2^e éd., II, p. 363.

Stations. — Baie du Lévrier ; environs de Gorée et baie de Rufisque.

L'Hippocampe moucheté est une curieuse petite espèce sans intérêt comme les précédentes au point de vue pratique ; elle habite les parties chaudes et tempérées de l'Atlantique, l'océan Indien, l'Inde archipélagique et le Japon. On la rencontre sur nos côtes méditerranéennes où elle est assez commune ; elle devient plus rare sur notre littoral océanique et ne paraît guère dépasser la pointe du Raz.

Scombresocidæ.

BELONE Cuvier.

53. *Belone gracilis* LOWE.

1839. *Belone gracilis* LOWE, Proc. Zool. Soc., p. 86.

Stations. — Baie du Lévrier ; Marsa, Nouakchott (Côtes mauritaniennes).

Cette espèce des côtes du Portugal et de Madère est des plus voisines du *Belone acus* Risso, de la Méditerranée.

La chair des Orphies, quoique bonne, est également peu recherchée, sans doute à cause de la coloration verte des os, coloration qui se retrouve d'ailleurs chez les Poissons d'autres familles, certains Labridés, comme les *Cheilinus* par exemple.

54. * **Belone senegalensis** C. V.

1846. *Belone senegalensis* CUVIER et VALENCIENNES, Hist. Poiss., XVIII, p. 421.

Stations. — Sénégal [*Orphie de fleuve (Sambaselet)*]; lagune de Bingerville (Côte d'Ivoire) [*Oumininbokore*].

L'Orphie du Sénégal est spéciale à la Côte occidentale d'Afrique; elle ne craint pas de remonter un peu les eaux douces.

HEMIRAMPHUS Cuvier.

55. **Hemiramphus calabaricus** GUENTHER.

1866. *Hemiramphus calabaricus* GUENTHER, Cat. Fish., VI, p. 266.

Station. — Port-Bouet (Côte d'Ivoire) [*Nocrow*].

Cet Hémiramphe est aussi propre à la Côte occidentale d'Afrique.

EXOCÆTUS Linné.

56. **Exocætus acutus** C. V.

1846. *Exocætus acutus* CUVIER et VALENCIENNES, Hist. Poiss., XIX, p. 125.

1866. *Exocætus acutus* GUENTHER, Cat. Fish., VI, p. 281.

Station. — Lomé (Togo) [*Zozo trolué*].

L'Exocet à museau effilé habite l'Atlantique intertropical. Le type provenait de Surinam. M. Günther décrit un échantillon pris à 100 milles de Fernando-Po. Chez ce Poisson volant, les pectorales sont relativement courtes.

57. **Exocætus lineatus** C. V.

1846. *Exocætus lineatus* CUVIER et VALENCIENNES, Hist. Poiss., XIX, p. 92.

Station. — Environs des Canaries [*Volador*].

L'Exocet rayé est connu de Madère et des côtes du Sénégal.

Le genre Exocet comprend de nombreuses espèces, particulièrement abondantes sous les tropiques. Cependant quelques-unes se rencontrent dans les zones tempérées. Les Poissons volants, qui attirent l'attention par une faculté vraiment singulière pour la classe à laquelle ils appartiennent, ne paraissent guère présenter d'intérêt au point de vue pratique; cependant leur chair est délicate.

Mugilidæ.**MUGIL L.****58. * Mugil cephalus L.**

1756. *Mugil cephalus* LINNÉ, Syst. Nat., p. 316.

Stations. — Baie du Lévrier et côtes mauritaniennes [*Cabesote*]; Sénégal, eau saumâtre et salée; Rufisque [*Deur* en ouolof]; Banane (estuaire du Congo) [*Toua*].

Le Muge céphale se rencontre dans la Méditerranée et dans l'Atlantique oriental depuis la Loire jusqu'au Congo. Il habite aussi les côtes américaines depuis les États-Unis jusqu'au Brésil. On le retrouve même au Chili. Il entre dans les rivières: c'est ainsi qu'il remonte le Rhône jusqu'à Avignon, le Nil jusqu'aux premières cataractes. Il se trouve dans les lacs d'eau douce de la Tunisie. Il paraît abondant au Maroc. D'après de Rochebrune, il est très commun à la barre du Sénégal et dans les marigots où on le pêche en juillet et août.

Le Muge céphale est, comme on sait, une excellente espèce comestible. La chair de tous les Muges est recherchée, et ils arrivent communément sur le marché de Paris où on les désigne généralement sous le nom de Mulets.

59. * Mugil capito CUVIER.

1829. *Mugil capito* CUVIER, Règne anim., 2^e éd., II, p. 232.

Station. — Praya-Amélia (Angola) [*Taïnhá*].

Le Muge capiton est répandu dans la Méditerranée et dans l'Atlantique depuis la Scandinavie jusqu'au cap de Bonne-Espérance. Il est très commun sur nos côtes métropolitaines et remonte les cours d'eau à certaines époques.

60. * Mugil auratus RISSO.

1810. *Mugil auratus* RISSO, Ichth. Nice, p. 344.

Stations. — Baie du Lévrier [*Lavranche*]; Sénégal, eau saumâtre et salée; Rufisque [*Gio* en ouolof].

Le Muge doré se rencontre dans la Méditerranée et l'Atlantique depuis la Norvège jusqu'au Congo. Il est fort abondant sur nos côtes méditerranéennes; il est encore assez répandu dans le golfe de Gascogne, puis devient plus rare à mesure que l'on s'avance vers le Nord. C'est une des espèces apportées sur le marché de Paris.

61. * *Mugil Schlegeli* BLEEKER.

1863. *Mugil Schlegeli* BLEEKER, Nat. Ver. Wet. Haarlem, XVIII, n° 2, p. 92, pl. XIX, fig. 1.

Station. — Lagune de Grand-Bassam (Côte d'Ivoire) [*Coucourou*].

Cette espèce a été décrite d'après un individu de Guinée (Achantis). L'un des deux spécimens rapportés par M. Gruvel présente une mutilation de la moitié inférieure de la caudale.

62. * *Mugil Hoefleri* STEINDACHNER.

1882. *Mugil Hoefleri* STEINDACHNER, Denks. Ak. Wiss. Wien, XLV, p. 11, pl. IV, fig. 1.

Station. — Baie du Lévrier [*Lavranche*].

Steindachner, en décrivant cette espèce, se demande si elle ne doit pas être réunie au *Mugil Smithi* Günther, du Cap. Les types proviennent de Gorée.

63. * *Mugil grandisquamis* C. V.

1836. *Mugil grandisquamis* CUVIER et VALENCIENNES, Hist. Poiss., XI, p. 103.

Station. — Sénégal, eaux douces et salées.

Le Muge à grandes écailles n'est connu que du Sénégal et de la Gambie. Ainsi que ses congénères, il remonte dans les eaux douces et il constitue comme eux un manger délicat.

64. * *Mugil falcipinnis* C. V.

1836. *Mugil falcipinnis* CUVIER et VALENCIENNES, Hist. Poiss., XI, p. 105.

1901. *Mugil falcipinnis* BOULENGER, Poiss. Bassin Congo, p. 357.

Station. — Banane (estuaire du Congo) [*Lèvé*].

Ce Muge est spécial à la Côte occidentale d'Afrique depuis le Sénégal jusqu'au Congo. Boulenger dit que cette espèce est abondante à Banane, dans le fleuve même et dans les criques. D'après Delhez, les noms indigènes seraient *M' Boijo* et *Sangi*.

Polynemidæ.

65. * *Polynemus quadrifilis* C. V.

1829. *Polynemus quadrifilis* CUVIER et VALENCIENNES, Hist. Poiss., III, p. 390, pl. 68.

Station. -- Entre M'Bour et Nianing [*Ndiané*].

Le Polynème à quatre fils, qui doit son nom aux quatre filaments détachés de sa

nageoire pectorale, a été rencontré sur la Côte occidentale d'Afrique, depuis le Sénégal jusqu'au Congo. Il remonte fort loin dans les rivières.

Les Polynèmes, qu'on désigne vulgairement aussi sous le nom de « Capitaines », se nourrissent principalement de Poissons et de Crustacés; leur chair est excellente et, comme ils atteignent une grande taille, ils constituent une ressource alimentaire importante. Ils figurent parmi les espèces primées par la loi française du 26 février 1911.

PENTANEMUS Artédi.

66. * *Pentanemus quinquarius* L.

1758. *Pentanemus quinquarius* LINNÉ, Syst. Nat., p. 317.

1860. *Pentanemus quinquarius* GUENTHER, Cat. Fish., II, p. 331.

Stations. — Konakry [*Mangeyakhé*]; baie d'Ouloumi (Gabon) [*N'tiéna*]; Mossamédès.

Cette espèce de l'Atlantique tropical a été signalée sur la côte de Guinée, à l'embouchure du Congo et à Cuba. Les filaments pectoraux, au nombre de cinq, sont très allongés et dépassent la longueur du corps.

Ce Poisson est peu estimé, sauf par les indigènes.

GALEOIDES Günther.

67. * *Galeoides decadactylus* (BL.).

1793. *Polynemus decadactylus* BLOCH, Ausl. Fische, IX, p. 26, pl. 401.

1797. *Polynemus polydactylus* VAHL, Skr. Nat. Selsk. Copenh., IV, 2, p. 164.

Stations. — Baie du Lévrier; Guet N'Dar; Konakry [*Sanous*]; lagune de Grand-Bassam [*Totobiatcho*]; Banane (estuaire du Congo) [*Bozou*].

Cette espèce habite aussi du Sénégal au Congo et remonte également plus ou moins loin dans les eaux douces. Sa chair est peu appréciée.

Sphyrænidæ.

SPHYRÆNA Artédi.

68. *Sphyræna vulgaris* C. V.

1829. *Sphyræna vulgaris* CUVIER et VALENCIENNES, Hist. Poiss., III, p. 327.

Stations. — Baie du Lévrier; Rufisque. Côtes du Sénégal [*Poco* en ouolof]; Mossamédès [*Becuda*].

Cette vorace espèce, qui doit son nom de Brochet de mer à sa puissante dentition et à

sa forme allongée, atteint un mètre de longueur. Elle habite la Méditerranée et l'Atlantique et se pêche parfois sur nos côtes du Midi, où elle est connue sous le nom de Spet. Sa chair est diversement appréciée.

69. *Sphyræna dubia* BLEEKER.

1863. *Sphyræna dubia* BLEEKER, Nat. Ver. Wet. Haarlem, XVIII, n° 2, p. 70, pl. XV, fig. 2.

Stations. — Lagune de Grand-Bassam [*Ecouano*]; baie de Libreville [*M'poi*, *Bécune* des Européens].

Cette Sphyrène présente des affinités avec la *Sphyræna picuda* Bloch et Schneider des côtes atlantiques de l'Amérique tropicale, dont la chair détermine parfois aux Antilles des accidents d'empoisonnement ou *ciguatera*.

Stromateidæ.

STROMATEUS Artédi.

70. *Stromateus fiatola* L.

1758. *Stromateus fiatola* LINNÉ, Syst. Nat., p. 248.

Station. — Cap Blanc.

Chez les trois spécimens adultes mesurant 445, 255 et 240 millimètres de longueur, rapportés par M. Gruvel, il n'y a plus de nageoires ventrales. Il existe seulement une petite cicatrice à peine visible. Il est intéressant de constater dans cette espèce la disparition de ces organes qui ne jouent d'ailleurs qu'un rôle très accessoire dans la locomotion des Poissons.

71. *Stromateus microchirus* (C. V.)

1833. *Seserinus microchirus*, CUVIER et VALENCIENNES, Hist. Poiss., IX, p. 416.

1881. *Stromateus microchirus* MOREAU, Poissons France, II, p. 509.

1902. *Stromateus microchirus* REGAN, Ann. Mag. Nat. Hist., sér. 7, vol. X, p. 204.

Station. — Nouakchott.

Le jeune spécimen, mesurant 110 millimètres, rapporté par M. Gruvel, possède des ventrales. Certains auteurs considèrent le *Stromateus microchirus* Bonelli, comme le jeune du *S. fiatola* L. « Il ne faut voir, écrit le Dr E. Moreau, aucun caractère spécifique dans la présence ou l'absence des ventrales; ces organes s'atrophient graduellement à mesure que se fait le développement général. » Cependant Moreau lui-même et récemment M. Tate Regan séparent les deux formes.

Le Stromée fiatole et le Stromée séserin ou microchire habitent la Méditerranée et se rencontrent, à la vérité fort rarement, sur nos côtes méridionales.

Anabantidæ.

ANABAS Cuvier.

72. ** Anabas Kingsleyæ (GUENTHER).

1867. *Ctenopoma Petherici* part., GUENTHER, Ann. Mag. Nat. Hist. (3), XX, p. 110.

1896 *Ctenopoma Kingsleyæ* GUENTHER, *Op. cit.* (6), XVII, p. 270, pl. XIII, fig. A.

1899. *Ctenopoma Kingsleyæ* PELLEGRIN, Bull. Mus. Hist. nat. Paris, p. 359.

1899. *Anabas Kingsleyæ* BOULENGER, Ann. Mag. Nat. Hist. (7), III, p. 243.

Station. — Marigot de Sangalcam, près Rufisque.

Les Anabas sont de curieux Poissons aux épines dorsales et anales multiples qui habitent les eaux douces du Sud-Est de l'Asie et l'Afrique tropicale et australe. Ils possèdent au-dessus des branchies un appareil respiratoire accessoire consistant en un certain nombre de lames osseuses plissées, très minces, recouvertes d'une muqueuse richement vascularisée, leur permettant de respirer l'air en nature et de vivre hors de l'eau un temps considérable.

On connaît en Afrique une quinzaine d'espèces d'Anabas; une seule, l'*Anabas Kingsleyæ* Günther, surtout répandue dans le bassin du Congo et de l'Ogôoué, remonte au Nord jusqu'à la Sénégambie. Cette espèce atteint 25 centimètres de longueur.

Centrarchidæ.

PARAKUHLIA Pellegrin.

Corps assez élevé, non fusiforme, fortement comprimé. Écailles moyennes, ciliées. Ligne latérale complète, prolongée jusque sur la nageoire caudale; chaque écaille avec un tube droit, étendu sur plus de la moitié de sa partie visible. Tête comprimée sur les côtés, presque entièrement écailleuse. Bouche grande, protractile. Maxillaire visible, sans os supplémentaire. Processus postérieurs des prémaxillaires étendus en arrière seulement jusqu'au niveau de la narine antérieure; deux narines de chaque côté. Dents villiformes en plusieurs rangées aux mâchoires; dents en avant du vomer; pas de dentition palatine distincte. Langue libre, nue. Préorbitaire sans denticulation, mais préopercule nettement denticulé. Épines operculaires peu distinctes. Membranes branchiales séparées; six rayons branchiostèges; quatre branchies; pseudo-branchie développée; branchiospines longues et étroites. Pharyngiens inférieurs séparés, recouverts de petites dents coniques. Une seule dorsale ou première dorsale réunie par sa base à la seconde; la première comprenant 11 épines, la seconde une épine et 15 ou 16 rayons mous; la portion épineuse un

peu plus longue que la portion molle qui est recouverte à sa base de petites écailles. Anale aussi développée que la dorsale molle avec 3 épines et 16 rayons mous, recouverts de petites écailles. Dorsale et anale reçues antérieurement dans un fourreau écailleux, assez peu marqué. Pectorale pointue. Ventrale à une épine et 5 rayons mous commençant en arrière de la base de la pectorale; processus écailleux à la base de la ventrale. Caudale écailleuse.

73. * *Parakuhlia Boulengeri* PELLEGRIN.

(Pl. II, fig. 5).

1913. *Parakuhlia Boulengeri* PELLEGRIN, C. R. Ac. Sc., t. 156, p. 1488, et Bull. Soc. Zool., p. 156.

La hauteur du corps est contenue 2 fois à 2 fois $\frac{1}{4}$ dans la longueur sans la caudale; la longueur de la tête 3 fois environ. Le museau fait les $\frac{2}{3}$ ou les $\frac{3}{4}$ de la longueur de l'œil, l'espace interorbitaire les $\frac{3}{4}$; l'œil est compris 2 fois $\frac{2}{3}$ à 2 fois $\frac{3}{4}$ dans la longueur de la tête. Le maxillaire est étendu jusqu'au-dessous du tiers antérieur de l'œil. La mâchoire inférieure est proéminente; la lèvre inférieure interrompue par un frein médian; il existe un petit pore de chaque côté de la symphyse. La joue et l'opercule sont recouverts d'assez petites écailles, ainsi que l'espace interorbitaire jusqu'au niveau des narines. Le préopercule est fortement denticulé en arrière, plus finement en dessous. On compte 17 branchiospines à la base du premier arc branchial. Il y a 50 ou 51 écailles en ligne longitudinale, 7-8/15 en ligne transversale. La première dorsale commence à peine en arrière de la base de la pectorale; la quatrième épine, la plus longue, fait les $\frac{3}{4}$ de la longueur de la tête; la première épine de la seconde dorsale est beaucoup plus longue que celle qui la précède et mesure le tiers de la quatrième épine, la moitié des premiers rayons mous. L'anale 2 fois plus longue que sa distance à la caudale comprend 3 fortes épines, la deuxième et la troisième à peu près égales, mais la seconde un peu plus épaisse, mesurant la moitié de la longueur de la tête. Les pectorales sont presque aussi longues que la tête et arrivent à l'anus; les ventrales plus courtes que les pectorales finissent aussi à l'anus. La caudale est émarginée.

La coloration semble avoir été uniformément argentée.

D. XI-I 15-16; A. II 16; P. 17; V. I 5; Sq. 7-8/50-51/15

N° 13-176-177. Coll. Mus. — Baie de Libreville (Gabon) [*Agnou-guélé*] : GRUVEL.

Longueur : $115 + 28 = 143$ millimètres et $97 + 18 = 115$ millimètres.

Ce Poisson me paraît présenter des affinités avec les *Kuhlia* (ou *Dules*), tout en méritant de former un genre à part dans la famille des Centrarchidés. C'est aussi l'avis de M. Boulenger, du British Museum, à qui j'ai montré ces spécimens et auquel je me fais un plaisir de dédier cette intéressante espèce.

Les Centrarchidés, comme on sait, sont des Poissons percoides confinés dans les eaux douces de l'Amérique du Nord où on en compte une trentaine d'espèces, réparties en une

dizaine de genres. Un seul genre, *Kuhlia* (1), possède une distribution géographique très vaste qui s'explique par ses tendances marquées à vivre dans les eaux marines; on le rencontre, en effet, non seulement dans les eaux douces, mais encore saumâtres ou salées, de l'Est de l'Afrique, des îles de l'océan Indien et du Pacifique, et dans le sud de l'Australie. On ne le connaît pas des côtes de l'Atlantique.

Les *Parakuhlia* se rapprochent des *Kuhlia* en dehors de l'aspect général extérieur (qui rappelle assez *Kuhlia caudovittata* C. V.) par la présence d'une pseudobranchie développée. Bien des caractères cependant permettent de distinguer les deux genres : la présence chez *Parakuhlia* de petites écailles sur l'espace interorbitaire et les nageoires molles impaires, l'absence de denticulations au bord libre du préorbitaire, le nombre plus élevé d'épines et de rayons mous aux dorsales et à l'anale, enfin l'absence de dentition palatine distincte.

Les *Parakuhlia*, ainsi qu'a bien voulu me le signaler M. Tate Regan, présentent également certains rapports avec les Xenichthyinés, Poissons percoides fort rares et difficiles à classer des côtes pacifiques de l'Amérique tropicale (Panama, Galapagos, etc.), que Steindachner place parmi les Pristipomatidés (2), Jordan et Evermann (3) dans la famille des Lutianidés, Boulenger (4) dans celle des Acropomatidés et Tate Regan (5) parmi les Pomadasidés.

M. Tate Regan attache une grande importance à la présence d'un processus écailleux à l'aisselle de la ventrale qu'on trouve également chez les *Parakuhlia* et les Xenichthyinés.

Dans ce groupe, la forme décrite ici se rapproche surtout par les formules de ses rayons et de son écaillure du *Xenichthys Agassizi* Steindachner, espèce peu commune des îles Galapagos, chez laquelle on compte à la première dorsale 11 épines, à la seconde, une épine et 17 ou 18 rayons mous, à l'anale 3 épines et 17 rayons mous et en ligne longitudinale 56 à 59 écailles. Ce Poisson toutefois, entre autres caractères, se distingue aisément au premier coup d'œil, par ses formes beaucoup plus allongées, la hauteur du corps étant contenue 3 fois au lieu de 2 ou $2 \frac{1}{4}$ dans la longueur sans la caudale.

Quelle que soit d'ailleurs la place zoologique réelle des *Parakuhlia*, il n'est pas besoin de faire ressortir l'intérêt de leur capture sur la côte occidentale d'Afrique, en un point tout à fait éloigné de ceux où ont été signalés jusqu'ici les représentants des deux groupes avec lesquels ils offrent le plus d'affinités.

(1) Tate Regan (*Ann. Mag. Nat. Hist.*, sér. 8, XII, 1913, p. 114) considère les *Kuhlia* comme devant former une famille à part, les Kuhlidiés, distincte des Centrarchidés des eaux douces de l'Amérique du Nord.

(2) STEINDACHNER, *SB. Ak. Wiss. Wien.*, LXXII, 1875, p. 31.

(3) JORDAN et EVERMANN, *The Fishes of north and middle America. Bull. U. S. Nat. Mus.*, n°47, 1898, II, p. 1287.

(4) BOULENGER, in *The Cambridge Natural History*, VII, 1904, p. 659.

(5) TATE REGAN, *loc. cit.*, 1913, p. 122.

Lobotidæ.

LOBOTES Cuvier.

74. **Lobotes surinamensis** (BL.).

1790. *Holocentrus surinamensis* BLOCH, Ichth., pl. 243.

1830. *Lobotes surinamensis* CUVIER et VALENCIENNES, Hist. Poiss., V, p. 319.

1859. *Lobotes auctorum* GUENTHER, Cat. Fish., p. 338.

Station. — Dahomey.

Le Lobotes de Surinam est un beau et grand Poisson comestible, abondant surtout sur les côtes américaines de l'Atlantique, et qu'on a signalé aussi accidentellement dans la Méditerranée, à Palerme. Il se rencontre également dans l'océan Indien et le Pacifique.

Serranidæ.

MORONE Mitchill.

75.* **Morone punctata** (BL.).

1792. *Sciæna punctata* BLOCH, Ausl. Fische, VI, p. 64, pl. 305.

Stations. — Baie du Lévrier; côtes mauritaniennes [*Baïla*]; Bel-Air, baie de Hann; côtes sénégalaises [*Goubah*].

Le Bar tacheté se rencontre sur les côtes d'Europe et d'Afrique depuis la Normandie jusqu'à la Sénégambie. Il est beaucoup moins abondant sur nos côtes que le Bar commun. Il ne craint pas les eaux saumâtres.

On sait que les Bars sont très voraces et se nourrissent de proies vivantes comme les Perches. Ils fournissent une chair très appréciée.

EPINEPHELUS Bloch.

76.* **Epinephelus Nigri** (GUENTHER).

1859. *Serranus Nigri* GUENTHER, Cat. Fish, I, p. 112.

1895. *Epinephelus Nigri* BOULENGER, Cat. Fish. Brit. Mus., 2^e éd., I, p. 178, pl. III, fig. A.

Station. — Saint-Louis [*Sope N'gané*].

Ce Serranide a été décrit d'abord du Niger. Suivant Steindachner, il est très commun à Gorée et à Rufisque.

Les deux spécimens mesurant 250 et 177 millimètres, rapportés par M. Gruvel, ont le

corps trapu, relativement élevé ; la hauteur, égale environ à la longueur de la tête, est contenue 2 fois $\frac{1}{3}$ et 2 fois $\frac{2}{3}$ dans la longueur (sans la caudale) au lieu de 3 fois. Il n'existe aucune trace de lignes verticales foncées.

77. *Epinephelus tæniops* (C. V.).

1828. *Serranus tæniops* CUVIER et VALENCIENNES, Hist. Poiss., II, p. 370.

Stations. — Cap Blanc ; Mossamédès [*Garopa incarnada*].

Ce Poisson fréquente les côtes occidentales de l'Afrique tropicale. D'après Steindachner, il croise l'Atlantique et se rencontre aussi sur les côtes des Bahamas et de Floride. Il est assez commun, au dire de Rochebrune, sur la côte de Sénégambie en juin et juillet.

78. *Epinephelus alexandrinus* (C. V.).

1828. *Serranus alexandrinus* CUVIER et VALENCIENNES, Hist. Poiss., II, p. 281.

Station. — Côtes mauritaniennes ; entre Dakar et Cap de Naze.

L'espèce habite la Méditerranée et les parties avoisinantes de l'Atlantique. Elle s'avance au sud jusqu'aux îles du Cap Vert. Elle ne peut apparaître que tout à fait exceptionnellement sur nos côtes métropolitaines de la Méditerranée.

79. *Epinephelus goreensis* (C. V.).

1830. *Serranus goreensis* CUVIER et VALENCIENNES, Hist. Poiss., VI, p. 511.

Stations. — Baie du Lévrier ; côtes de Mauritanie et du Sénégal [*Dialakar*] ; Mossamédès [*Garopa pretto*].

Le Mérou de Gorée est connu des côtes de Sénégambie et des îles Canaries. Il est intéressant de le voir descendre jusqu'au sud de l'Angola. Sa chair, comme celle des autres Serranides, est estimée.

80. *Epinephelus æneus* (GEOFFROY).

1809. *Serranus æneus* GEOFFROY, Descr. Égypte Poiss., p. 317, pl. XXI, fig. 3.

1895. *Epinephelus æneus* BOULENGER, Cat. Fish., Brit. Mus., 2^e éd., I, p. 223.

Stations. — Côtes de Mauritanie [*Cherne*] ; Rufisque, côtes du Ségénéal [*Tioff en ouolof*].

Le Serran airain se rencontre dans la Méditerranée, sur les côtes d'Égypte et de Syrie et sur la Côte occidentale d'Afrique jusqu'à l'Angola d'où il est cité par Osorio.

L'espèce ne peut se trouver sur nos côtes métropolitaines que tout à fait accidentelle-

ment. Cependant Boulenger mentionne un individu capturé sur la côte anglaise de Cornouailles. Sur la Côte occidentale d'Afrique, l'espèce est citée par tous les auteurs.

La pêche de ce Poisson présente une grande importance. Salé et séché, il rappelle, en effet, plus ou moins la Morue et est souvent désigné sous le nom de *Morue d'Afrique*. Il figure parmi les espèces primées par la loi française.

SERRANUS Cuvier.

81. *Serranus cabrilla* (L.).

1758. *Perca cabrilla* LINNÉ, Syst. Nat., p. 294.

1895. *Serranus cabrilla* BOULENGER, Cat. Fish., Brit. Mus., 2^e éd., I, p. 283.

Station. — Mossamédès [*Garopa*].

Le Serran cabrille est une jolie espèce qui se trouve sur toutes nos côtes métropolitaines. Boulenger lui donne pour habitat la Méditerranée, les côtes européennes et africaines de l'Atlantique, de la Manche aux Canaries, la mer Rouge.

Encore une forme dont la réapparition au sud de l'Angola mérite d'être signalée.

82. *Serranus scriba* (L.).

1758. *Perca scriba* LINNÉ, Syst. Nat., p. 292.

Stations. — Cap Blanc, baie du Lévrier [*Vaqueta*].

Le Serran écriture, assez commun sur notre littoral méridional, habite la Méditerranée et l'Atlantique, du Portugal jusqu'à la Sénégambie et aux Canaries.

ANTHIAS Bl.

83. *Anthias sacer* BL.

1792. *Anthias sacer* BLOCH, Ausl. Fische, VI, p. 99, pl. 315.

1895. *Anthias sacer* BOULENGER, Cat. Fish., Brit. Mus., 2^e éd., I, p. 324.

Station. — Mossamédès [*Pedadore*].

Le Barbier ou Anthias sacré est un élégant Poisson qui fréquente la Méditerranée où on le prend parfois sur nos côtes, à Nice principalement, et l'Atlantique des côtes du Portugal au golfe de Guinée, suivant Boulenger. On voit que les recherches de M. Gruvel étendent notablement au sud son habitat.

LATES C. V.

84. ** *Lates niloticus* (L.).

1762. *Perca nilotica* LINNÉ, in HASSELQUIST, Reise Palæst., p. 404.

1828. *Lates niloticus* CUVIER et VALENCIENNES, Hist. Poiss., II, p. 89.

Stations. — Sénégal [*Dieu Verh*] ; lac Nokoué (Bas-Dahomey) [*Aniato*].

La Perche du Nil, connue et adorée des anciens Égyptiens qui lui avaient dédié une ville *Latopolis*, en Thébaidé, est un beau et vorace Poisson qui atteint 1^m,50 de longueur et habite les grands fleuves africains : le Nil, le Chari, le Sénégal, le Niger et le Congo. Sa chair est excellente.

Le genre *Lates*, en dehors de la forme mentionnée ci-dessus, comprend quelques espèces du lac Tanganyika et une des côtes et des estuaires du Sud-Est de l'Asie et du Nord de l'Australie.

LUTJANUS Bloch (1).

85. *Lutjanus griseus* (C. V.).

1828. *Mesoprion griseus* CUVIER et VALENCIENNES, Hist. Poiss., II, p. 469.

Station. — Côtes sénégalaises.

Le Mésopion gris fréquente tout l'Atlantique tropical africain et américain.

86. *Lutjanus guineensis* BLEEKER.

1863. *Lutjanus guineensis* BLEEKER, Nat. Ver. Wet. Haarlem, XVIII, n° 2, p. 46, pl. X, fig. 1.

Stations. — Lagune de Grand-Bassam [*Ediaoua*] ; Dahomey.

Cette espèce a été décrite d'après un spécimen de Guinée (Achantis). Au dire de Bleeker lui-même, elle est excessivement voisine du *Mesoprion goreensis* C. V., que Günther et divers auteurs rapportent au *M. griseus* C. V.

87. *Lutjanus agennes* BLEEKER.

1863. *Lutjanus agennes* BLEEKER, Nat. Ver. Wet. Haarlem, XVIII, n° 2, p. 49, pl. IX, fig. 1.

Stations. — Baie d'Ouloumi (Gabon) [*Ogombé*] ; lac de Moanda et Congo [*N' Combé*].

Ce Poisson a été décrit par Bleeker en même temps que le précédent, d'après un spécimen de la même localité.

L'espèce, d'après M. Gruvel, est extrêmement abondante au Gabon et peu farouche. Les Lutjans sont de bons Poissons, très appréciés des Européens.

(1) Certains auteurs considèrent les *Lutjanus* comme les types d'une famille distincte T. VI. — Fasc. 4.

Sciænidæ.

SCIÆNA Artédi.

88. Sciæna aquila (LACÉP.).

1803. *Cheilodipterus aquila* LACÉPÈDE, Hist. Poiss., p. 685.

1830. *Sciæna aquila* CUVIER et VALENCIENNES, Hist. Poiss., V, p. 28, pl. 100.

Stations. — Baie du Levrier et côtes mauritaniennes [*Curbina*];

Le Maigre commun ou Aigle est un Poisson de grande taille qui se rencontre dans la Méditerranée et l'Atlantique depuis la Manche jusqu'au Cap. Il est assez commun sur nos côtes, surtout vers le Sud, à partir de la Gironde. On l'apporte parfois sur le marché de Paris. La chair des Sciénidés est, en général, assez estimée.

Les Maigres sont des Poissons de passage qui vivent en bandes nombreuses. Ils font entendre, quand ils sont rassemblés, un mugissement plus fort que celui des Grondins et qui s'entend, dit-on, d'assez loin. Ils se nourrissent surtout de substances animales et poursuivent les bancs de Harengs et de Sardines.

Les Sciènes étaient déjà, au x^e siècle, l'objet de la part des Portugais d'une exploitation importante sur la Côte occidentale d'Afrique. Leur nombre n'a pas diminué depuis cette époque. « Certains coups de chalut en février et en mars, dans la baie du Lévrier, écrit M. Gruvel, ramènent 3 000 ou 4 000 kilogrammes de ces Poissons dont la taille peut atteindre 1^m,50 et le poids jusqu'à 50 et 60 kilogrammes. »

L'Aigle est maintenant une des cinq espèces de Poissons primées par la loi française.

CORVINA Cuvier.

89. Corvina nigra (BLOCH SCHN.).

1801. *Johnius niger* BLOCH SCHNEIDER, Syst. Ichth., p. 76.

1830. *Corvina nigra* CUVIER et VALENCIENNES, Hist. Poiss., V, p. 86.

1830. *Corvina canariensis* CUVIER et VALENCIENNES, Hist. Poiss., V, p. 93.

Stations. — Baie du Levrier; côtes mauritaniennes [*Corbinate*]; Bel-Air et Rufisque [*Koui*].

Le Corb noir habite la Méditerranée et les mers canariennes. Il est assez commun à Nice, assez rare à Cette. Il est cité de la côte saharienne par Vinciguerra, de Gorée par Steindachner. Suivant Rochebrune, il est assez souvent pêché au large sur les côtes de Sénégal en juillet et août.

90. Corvina nigrita C. V.

1830. *Corvina nigrita* CUVIER et VALENCIENNES, Hist. Poiss., V, p. 103.

1869. *Corvina nigrita* STEINDACHNER, Sitz. Ak. Wiss. Wien., LX, p. 692, pl. VIII.

Stations. — Baie de Hann; baie de Libreville [*Egourou*].

Le Corb de Nigritie est spécial à la côte sénégalienne, où on le capture dans les mêmes parages que l'espèce précédente.

91. *Corvina nigripinnis* GUENTHER.

(Pl. II, fig. 4)

1874. *Corvina nigripinnis* GUENTHER, Ann. Nat. Hist., XIV (4), p. 453.

La hauteur du corps est contenue 2 fois $\frac{3}{4}$ à 3 fois $\frac{1}{4}$ dans la longueur sans la caudale, la longueur de la tête 3 fois $\frac{1}{4}$ à 3 fois $\frac{1}{3}$. Le museau est arrondi, la mâchoire supérieure dépassant nettement l'inférieure. Le maxillaire s'étend jusqu'au-dessous du centre de l'œil qui est compris 5 fois dans la longueur de la tête, 1 fois $\frac{1}{5}$ dans la largeur interorbitaire, 1 fois $\frac{1}{3}$ dans la longueur du museau. Le préopercule arrondi porte des denticulations minuscules. Les écailles, fortement ciliées, sont au nombre de 67 à 69 en ligne longitudinale, $\frac{10-11}{18-19}$ en ligne transversale; la ligne latérale est prolongée jusqu'à l'extrémité de la caudale. La première dorsale est composée de 9 épines flexibles à l'extrémité, la première très petite, la troisième, la plus longue, faisant à peine plus de la moitié de la tête; la seconde dorsale est formée d'une épine et de 37 à 39 rayons mous. L'anale possède 2 épines, la première minuscule, la seconde, très épaisse, faisant les $\frac{2}{3}$ environ de la plus longue de la dorsale, et sept rayons mous; la seconde épine anale mesure environ la moitié des plus longs rayons mous. La pectorale, légèrement arrondie, égale les $\frac{3}{4}$ environ de la longueur, de la tête. Le rayon mou externe de la ventrale, légèrement filamenteux, arrive à l'anus. Les rayons médians de la caudale sont prolongés.

La coloration est jaune olivâtre avec des séries obliques ascendantes de fines lignes foncées sur les écailles. Toutes les nageoires sont uniformément noires, justifiant l'épithète spécifique de *nigripinnis*.

D. IX-I 37-39; A. II 7; P. 18; V. 15; Sq: 10-11 | 67-69 | 18-19

N° 13-44. Coll. Mus. — Konakry : GRUVEL.

Longueur : 190 + 40 = 230 millimètres.

N° 13-95. Coll. Mus. — Baie de Libreville [*Ocoua-bei*] : GRUVEL.

Longueur : 200 + 48 = 248 millimètres.

Je crois utile de donner, d'après les deux exemplaires recueillis en Guinée et au Gabon par M. Gruvel, une description de cette espèce très sommairement décrite par Günther d'après un seul spécimen de 9 pouces de long, provenant de la côte du Cameroun. La seule différence entre notre description et celle du type de Günther réside dans la hauteur du corps qui d'après cet auteur, est contenue 3 fois et $\frac{2}{3}$ dans la longueur sans la caudale. Par contre, les formules sont très analogues : D. IX-I 37 ; A. II 7 ; L. lat. 65.

Le Corb à nageoires noires est voisin du Corb de Nigritie, mais s'en distingue par sa seconde dorsale à rayons plus nombreux, sa seconde épine anale un peu moins forte et sa coloration différente.

OTOLITHUS Cuvier.

92.* *Otolithus senegalensis* C. V.1833. *Otolithus senegalensis* CUVIER et VALENCIENNES, Hist. Poiss., IX, p. 476.1863. *Pseudotolithus typus* BLEEKER, Nat. Verh. Wet. Haarlem, XVIII, n° 21, p. 60, pl. XV, fig. 1.

Stations. — Baie du Lévrier, côtes sénégalaises [*Melusa*] ; entre M' Bour et Nianing [*Fetten*] ; Konakry [*Yokayakhé*] ; Banane (estuaire du Congo) [*Ebèla*].

L'Otolithe du Sénégal habite la côte ouest de l'Afrique, s'étendant jusqu'au Congo au Sud. Il dépasse 50 centimètres de longueur. C'est un Poisson carnivore qui remonte assez souvent dans les rivières.

La chair des Otolithes, très blanche, est fort estimée.

93. * **Otolithus brachygnathus** (BLEEKER).

1863. *Pseudotolithus brachygnathus* BLEEKER, Nat. Verh. Wet. Haarlem, XVIII, n° 2, p. 62, pl. XXIV, fig. 2.

Stations. — Sénégal, Casamance [*Roumatch*] ; Konakry [*Bobo*] ; Banane (estuaire du Congo) [*Ébèla*].

L'Otolithe brachygnathe a été décrit d'après un spécimen de Guinée (Achantis). De Rochebrune le cite de Saint-Louis, Gorée, Dakar et du cap Roxo.

94. **Otolithus nebulosus** C. V.

1830. *Otolithus nebulosus* CUVIER et VALENCIENNES, Hist. Poiss., V, p. 79.

Station. — Mossamédès [*Courbina*].

Cet excellent Poisson habite l'Atlantique tropical, le golfe du Mexique et les côtes des États-Unis.

Umbrina Cuvier.

95. **Umbrina cirrhosa** (L.)

1758. *Sciaena cirrosa* LINNÉ, Syst. Nat., p. 289.

Var. **canariensis** Val.

1843. *Umbrina canariensis* VALENCIENNES, Ichth. Canar., p. 24.

1882. *Umbrina cirrhosa* L. var. *canariensis* STEINDACHNER, Denks. Ak. Wiss. Wien., LXV (2), p. 7, pl. II, fig. 1.

Station. — Baie de Libreville (Gabon) [*Ekoulou*].

L'Ombrine commune est un Poisson de la Méditerranée et de l'Atlantique occidental, abondant sur nos côtes du Midi et de l'Ouest. On la désigne dans le golfe de Gascogne sous le nom de *Borrugat*. C'est une espèce comestible, assez appréciée. Steindachner considère la forme des Canaries, décrite par Valenciennes, comme une simple variété; c'est elle qui se retrouve au Gabon et sur la côte d'Angola d'après Osorio.

96. *Umbrina ronchus* VAL.

1843. *Umbrina ronchus* VALENCIENNES, Ichth. Canar. p. 24.

1882. *Umbrina ronchus* STEINDACHNER, Denks. Ak. Wiss., Wien., LXV (2), p. 8.

Stations. — Cap Blanc et côtes mauritaniennes [*Berrugato*].

L'Ombrine ronfleuse des mers canariennes, citée déjà de Gorée par Steindachner, est extrêmement voisine de l'Ombrine commune.

Gerridæ.

GERRES Cuvier.

97. *Gerres melanopterus* BLEEKER.

1863. *Gerres melanopterus* BLEEKER, Nat. Ver. Wet. Haarlem, XVIII, n° 2, p. 44, pl. VIII, fig. 1.

Stations. — Guet N' Dar à Dakar; Konakry [*Bouboué*].

Le type provient de Guinée. D'après de Rochebrune, ce Poisson est assez commun dans le Sénégal et les marigots. On le rencontre aussi en Gambie et dans la Casamance.

98. *Gerres octatis* BLEEKER.

1863. *Gerres octactis* BLEEKER, Nat. Ver. Wet. Haarlem, XVIII, n° 2, p. 43, pl. VIII, fig. 2.

Station. — Lagune de Grand-Bassam [*Cabiassa*].

Le type de l'espèce provient de Guinée. Suivant M. Gruvel, les Gerres sont peu appréciées au point de vue comestible.

Pristipomatidæ.

PRISTIPOMA Cuvier.

99*. *Pristipoma Jubelini* C. V.

1830. *Pristipoma Jubelini* CUVIER et VALENCIENNES, Hist. Nat. Poissons, V, p. 250.

Stations. — Sénégal [*Koroy*]; Konakry [*Kéassi*]; Gabon [*Kaieré*]; Banane [*Kouzo*].

Le Pristipome de Jubelin se rencontre depuis le Sénégal jusqu'au Congo. Au Sénégal, d'après Cuvier et Valenciennes : « Les habitants nomment ce Poisson *carcar* ou *crocro*, comme d'autres Sciénoïdes sont nommés en Amérique, et probablement pour la même raison, à cause du bruit qu'il fait entendre. Sa chair est délicate, et il vit également dans

l'eau douce et l'eau salée. Adanson avait déjà recueilli cette espèce à Gorée, où de son temps on la nommait *coroi*. »

Il est intéressant de voir que ce nom s'est conservé jusqu'à l'époque actuelle, puisque c'est sous cette désignation que M. Gruvel a rapporté un échantillon du Sénégal.

Les *Pristipomes* sont d'excellents Poissons à chair délicate, généralement fort appréciée.

100. * *Pristipoma Peroteti* C. V.

1830. *Pristipoma Peroteti* CUVIER et VALENCIENNES, Hist. Poiss., V, p. 254.

Stations. — Dakar [*Yourouboy*]; Rufisque.

Le *Pristipome* de Pérotet, voisin du précédent et de mœurs analogues, a été décrit d'après un spécimen capturé dans la partie entièrement douce du Sénégal.

On connaît aussi cette espèce du Libéria et du Lagos.

101. * *Pristipoma suillum* C. V.

1833. *Pristipoma suillum* CUVIER et VALENCIENNES, Hist. Poiss., IX, p. 482.

1833. *Pristipoma Rangî* CUVIER et VALENCIENNES, Hist. Poiss., IX, p. 484.

1869. *Pristipoma suillum* STEINDACHNER, Sitz. Ak. Wiss. Wien., LX, p. 682, pl. V.

Stations. — Rufisque; Banane (estuaire du Congo).

Le *Pristipome* à grouin de cochon a été décrit sur un spécimen adulte de la rade de Gorée. Il est connu surtout de la côte de Sénégal. Osorio le signale sur les côtes d'Angola à Lobito.

102. *Pristipoma Bennetti* LOWE.

1861. *Pristipoma Bennetti* LOWE, Trans. Zool. Soc., II, p. 176.

1843. *Pristipoma ronchus* VALENCIENNES, Ichth. Canar., p. 25, pl. VII, fig. 2.

1891. *Pristipoma Bennetti* MOREAU, Poiss. France, Suppl., p. 37, fig. 226.

Stations. — Côtes de Mauritanie; Praya-Amélia, Mossamédès [*Roncador*].

Le *Pristipome* ronfleur ou de Bennett habite les côtes algériennes et syriennes de la Méditerranée, Madère, les Canaries et l'Atlantique jusqu'aux côtes américaines. Il est indiqué par Moreau comme ayant apparu accidentellement sur nos côtes à Cette. Il est intéressant de le voir descendre jusque sur le littoral sud de l'Angola où il a été déjà signalé à Loanda et à Lobito par Osorio.

Ce *Pristipome* doit son nom de Ronfleur ou *Roncador*, employé aussi à Madère pour le désigner, au bruit qu'il fait entendre comme beaucoup de ses congénères, quand on le tire de l'eau.

DIAGRAMMA Cuvier.

103.* *Diagramma macrolepis* BOULENGER.

1899. *Diagramma macrolepis* BOULENGER, Ann. Mus. Congo, Zool., I, p. 50, pl. XXVI.

1901. *Diagramma macrolepis* BOULENGER, Poiss. bassin Congo, p. 388, pl. XIX.

Station. — Lagune de Grand-Bassam [*Apouavlé*].

Cette espèce, retrouvée à la Côte d'Ivoire par M. Gruvel, a été décrite primitivement d'après un spécimen de Manyanga sur le Bas-Congo; elle a été signalée aussi par M. Boulenger dans le Bas-Sénégal, à Saint-Louis. C'est, semble-t-il, une forme des eaux douces ou saumâtres. Sa présence dans la lagune de Grand-Bassam justifie, d'ailleurs, cette manière de voir.

104. *Diagramma mediterraneum* GUICHENOT.

1850. *Diagramma mediterraneum* GUICHENOT, Explor. Algérie Rept. Poiss., p. 45, pl. 3.

1881. *Pseudo-Helotes Güntheri* CAPELLO, Journ. Sc. Mat. Phys. Nat., Lisboa, n° XXXI, pl.

Stations. — Cap Blanc, baie du Lévrier [*Burro*]; Mossamédès [*Peixe burro*].

Le Diagramme méditerranéen est un bon et beau Poisson des côtes algériennes de la Méditerranée, fort abondant sur le littoral du Maroc, de la Mauritanie, du Sénégal et aux Canaries; il n'a pas été signalé sur nos côtes métropolitaines. Sa réapparition sur les côtes d'Angola mérite d'être mentionnée.

Ce Poisson, qui atteint une taille assez considérable, figure parmi les espèces primées par la loi française.

Je crois qu'il y a lieu de ramener à cette espèce le *Pseudo-Helotes Güntheri* décrit par Capello d'après un spécimen de 78 centimètres provenant de Sétubal (Portugal).

DIAGRAMMELLA Pellegrin.

Caractères généraux des *Diagramma* : *Bouche grande* s'étendant jusqu'au-dessous du bord antérieur de l'œil, oblique, terminale. *Profil de la tête peu élevé*. Six pores au menton, pas de fossette médiane. Bord du préopercule dentelé. Pas d'épines distinctes à l'opercule. Pseudobranchie bien développée. Écailles petites, cténoïdes, recouvrant la base des nageoires molles impaires. Ligne latérale complète. Nageoire dorsale unique. Anale courte. Ventrale à une épine et cinq rayons mous.

Cuvier et Valenciennes définissent ainsi les Diagrammes (1) : « Le genre des Diagrammes, que j'ai établi dans mon *Règne animal* (2), n'est pas sans rapport avec celui des Pristipomes ;

(1) CUVIER et VALENCIENNES, Histoire naturelle des Poissons, V, 1830, p. 290.

(2) CUVIER, Règne animal, 2^e éd., II, 1829, p. 176.

il s'en distingue cependant tout de suite, parce que, au lieu de deux petits pores et d'une fossette, il a sous la mâchoire inférieure les deux petits pores comme dans les *Pristipomes* et ensuite quatre plus gros, deux de chaque côté, sans fossette impaire ; du reste, leur préopercule est dentelé, et leur opercule sans épines comme dans les *Pristipomes*. »

Ces caractères se retrouvent bien dans les deux échantillons de M. Gruvel décrits plus bas et qui rentrent donc dans le genre *Diagramma* ; toutefois chez les *Diagrammes* proprement dits, ainsi que l'indique A. Günther (1), le profil supérieur de la tête est très élevé, parabolique ; en outre, la bouche est assez petite, subinfère. Il n'en est pas ainsi chez les individus rapportés de l'Angola, dont le profil est peu élevé, la bouche grande, et qui rappellent assez l'aspect général des *Serrans*.

Ces raisons m'ont poussé à former pour eux le sous-genre particulier *Diagrammella*, caractérisé ci-dessus et dont le type est constitué par l'espèce suivante (2).

105. *Diagramma* (*Diagrammella*) *macrops* PELLEGRIN.

(Pl. II, fig. 3)

1912. *Diagramma* (*Diagrammella*) *macrops* PELLEGRIN, C. R. Ac. Sc. (2), p. 115 ; Bull. Soc. Zool. Fr., p. 295.

La hauteur du corps égale environ la longueur de la tête et est comprise près de trois fois dans la longueur sans la caudale. Le museau est conique ; sa longueur est inférieure au diamètre de l'œil qui est contenu trois fois dans la longueur de la tête. L'espace interorbitaire ne fait que les $\frac{4}{5}$ du diamètre de l'œil. Le profil supérieur de la tête est presque droit, fort peu convexe. La tête est notablement plus haute que longue. Les lèvres sont assez épaisses. Le maxillaire s'étend un peu au delà du bord antérieur de l'œil. Le menton porte six pores, les deux médians punctiformes, les latéraux allongés, ovoïdes. Les dents sont petites, coniques, en bande ; celles de la rangée externe sont plus développées, mais il n'y a pas de canines. Le bord postérieur du préopercule est droit et porte 16 à 26 denticulations ; l'inférieur arrondi n'en possède que 3 à 5. Les écailles s'étendent sur le dessus de la tête jusqu'au niveau des narines. Il en existe aussi sur le préorbitaire. On compte une vingtaine de rangées d'écailles sur le préopercule ; elles y sont plus petites que sur les flancs. Il y a sept rayons branchiostèges et 20 à 23 branchiospines allongées à la base du premier arc branchial. Les écailles sont au nombre de 83 à 94 en ligne longitudinale, de $\frac{10-12}{20-22}$ en ligne transversale. La ligne latérale perce 55 à 57 écailles. La dorsale commence à peine en avant du début de la pectorale et comprend 13 épines et 15 ou 16 rayons mous ; la sixième ou septième est la plus longue et est comprise 2 fois $\frac{2}{3}$ à 2 fois $\frac{3}{4}$ dans la longueur de la tête ; il n'y a pas d'encoche entre la partie rayonnée de la dorsale et la partie molle. L'anale a 3 épines et 8 rayons mous ; la deuxième épine est beaucoup plus forte, mais ne dépasse pas la troisième. La pectorale pointue, à peine plus longue que la ventrale, fait les $\frac{3}{4}$ de la longueur de la tête. La ventrale n'atteint pas l'anus. Le pédicule caudal est 1 fois $\frac{2}{3}$ à 1 fois $\frac{3}{4}$ plus long que haut. La caudale est nettement émarginée.

(1) A. GUENTHER, Cat. Fish. Brit. Mus., I., 1859, p. 273 et 318.

(2) Dans ce sous-genre doit rentrer sans doute aussi le *Diagramma citrinellum* Günther (Ann. Nat. Hist., 1884, (3), XIV, p. 374).

La coloration est violette sur la tête et le corps, jaune orangé sur le ventre. Les nageoires sont violacées.

D. XIII 15-16; A. III 8; P. 17; V. I 5; Sq. 10-12/83-94/20-22.

N° 12-283 284. Coll. Mus. — 2 exemplaires : Mossamédès (Angola) [*Canela* en portugais] : GRUVEL.

Longueur : $280 + 80 = 360$ et $250 + 70 = 320$ millimètres.

Cette espèce offre certains rapports avec *Diagramma mediterraneum* Guichenot, à profil élevé, à bouche petite, qui rentre dans les Diagrammes proprement dits. Elle semble se rapprocher surtout de *Diagramma citrinellum* Günther des îles du Cap Vert dont elle se distingue par son œil plus grand (1), sa caudale émarginée.

Sparidæ.

DENTEX Cuvier (2).

106. *Dentex vulgaris* C. V.

1830. *Dentex vulgaris* CUVIER et VALENCIENNES, Hist. Poiss., VI, p. 220, pl. 153.

1859. *Dentex vulgaris* GUENTHER, Cat. Fish., I, p. 366.

Stations. — Côtes mauritaniennes [*Sama*]; Dakar [*Dambé*].

Le Denté ordinaire est un excellent Poisson, primé comme le Diagramme par la loi française, et qui atteint un mètre de longueur. Il est répandu dans la Méditerranée et dans les parties avoisinantes de l'Atlantique; il est fréquemment pêché sur notre littoral du Sud, plus rarement dans le golfe de Gascogne. Il vit sur les fonds de roches et de gravier.

Les Dentés adultes et âgés comme certains Labridés et Cichlidés présentent parfois une particularité bizarre. Ils possèdent au-dessus des yeux une bosse plus ou moins volumineuse, une gibbosité frontale qui leur donne un aspect tout particulier (3).

Il existe dans la collection du Muséum de Paris un individu sec des plus remarquables à cet égard (fig. 6). La longueur du Poisson du bout du museau au centre de

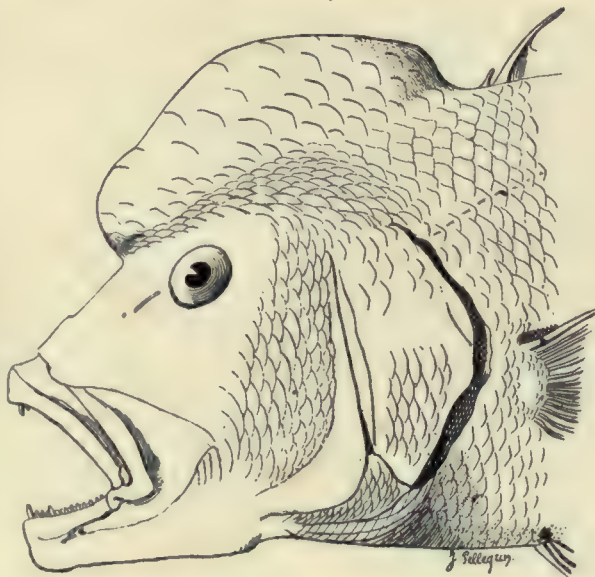


Fig. 6. — Tête de *Dentex vulgaris* C. V. des Canaries avec gibbosité frontale.

(1) Dans le type du *Diagramma citrinellum*, qui mesure d'après Günther 11 pouces, le diamètre de l'œil égale la longueur du museau et la largeur de l'espace interorbitaire, et fait les deux septièmes de la longueur de la tête.

(2) GUENTHER place les *Dentex* dans la famille des Pristipomatidés.

(3) Cf. J. PELLEGRIN, Les Poissons à gibbosité frontale (*Bull. Soc. Philom.*, Paris, 9^e série, t. III, 1900-1901, p. 81).

la caudale est de 83 centimètres. La plus grande longueur de la gibbosité, mesurée au ruban, est de 26 centimètres; sa hauteur de 9 centimètres. Une étiquette manuscrite de Valenciennes accompagnant l'individu porte les indications suivantes :

« *Dentex vulgaris* C. V., envoyé des Canaries par M. Berthelot, consul de France aux Canaries, mai 1850. Cet individu est remarquable par le développement anormal du dessus du crâne probablement causé par une hypertrophie de la crête interpariétale. On dit que ces cas se présentent de temps en temps sur les Canariens. A. V. 1850. »

M. Gruvel a rapporté de Dakar un beau spécimen de 69 centimètres de longueur qui possède aussi une gibbosité frontale assez marquée, commençant au-dessus du niveau antérieur de l'orbite, mais n'atteignant pas le premier rayon de la nageoire dorsale. Sa longueur mesurée au ruban est de 10 centimètres sur une hauteur de 2 seulement. L'autopsie révèle un mâle, à testicules très développés. La gibbosité frontale est constituée en majeure partie par du tissu adipeux, sans hypertrophie de la crête osseuse interpariétale, contrairement à l'opinion de Valenciennes.

Cette observation, jointe à diverses autres faites sur d'autres Poissons acanthoptérygiens montre que la gibbosité frontale paraît être un apanage du sexe mâle et des individus âgés.

107. *Dentex maroccanus* C. V.

1830. *Dentex maroccanus* CUVIER et VALENCIENNES, Hist. Poiss., VI, p. 234.

Station. — Azuretti (Côte d'Ivoire) [*Ebra* en appollonien].

Ce Denté, comme son nom l'indique, était surtout connu des côtes du Maroc et du sud de l'Espagne. On voit, par les récoltes de M. Gruvel, que son habitat s'étend jusque dans la zone équatoriale. C'est un bon Poisson que les pêcheurs apportent maintenant parfois, en hiver, sur le marché de Paris (1).

108. *Dentex macrophthalmus* (BL.).

1791. *Sparus macrophthalmus* BLOCH, Nat. ausl. Fische, V, p. 93.

Station. — Mossamédès (*Cachucho*).

Le Denté aux gros yeux est une espèce méditerranéenne et des parties avoisinantes de l'Atlantique, parfois capturée sur nos côtes à Nice, et qu'il est fort curieux de voir réapparaître au sud de l'Angola.

109. *Dentex filusus* VAL.

1843. *Dentex filusus* VALENCIENNES, Ichth. Canar., p. 37.

Stations. — Cap Blanc et côtes mauritaniennes [*Sama de ley*]; Mossamédès [*Quissenca*].

(1) Cf. Dr J. PELLEGRIN, Sur quelques Poissons intéressants du marché de Paris (*Bull. Soc. Zool. Fr.*, 1912, p. 14, 1913, p. 80 et p. 320).

Le Denté à filets habite les côtes d'Algérie, la côte occidentale d'Afrique et l'Atlantique jusqu'au Cap. Il est mentionné dans la région sénégalienne par Vinciguerra, Steindachner, Rochebrune. On l'a apporté récemment sur le marché de Paris.

SMARIS Cuvier (1).

110. *Smaris melanurus* C. V.

1830. *Smaris melanurus* CUVIER et VALENCIENNES, Hist. Poiss., VI, p. 422.

1882. *Smaris melanurus* STEINDACHNER, Denks. Ak. Wiss. Wien., XLIV, p. 26, pl. II, fig. 2.

Station. — Mossamédès [*Taco-taco*].

Le Picarel à queue noire a été décrit d'après un spécimen de Gorée, où il a été signalé à nouveau par Steindachner.

CANTHARUS Cuvier.

111. *Cantharus lineatus* (MONTAGU).

1818. *Sparus lineatus* MONTAGU, Mém. ern. Soc., II, p. 451, pl. 23.

1830. *Cantharus griseus* CUVIER et VALENCIENNES, Hist. Poiss., VI, p. 333.

Stations. — Côtes mauritaniennes [*Choppa*]; Praya-Amélia [*Choppa*].

Le Canthère gris est un Poisson comestible, qu'on rencontre sur toutes nos côtes et qui habite la Manche, la Méditerranée et les mers canariennes. Il est cité de la côte saharienne au large du cap Blanc par Vinciguerra, de Gorée par Steindachner. Les envois de M. Gruvel montrent qu'on le revoit au sud de l'Angola. La distribution géographique de l'espèce se trouve ainsi très augmentée.

Box Cuvier.

112. *Box boops* (L.).

1758. *Sparus boops* LINNÉ, Syst. Nat., p. 280.

1830. *Box vulgaris* CUVIER et VALENCIENNES, Hist. Poiss., VI, p. 348, pl. 161.

Station. — Baie du Lévrier.

Le Bogue commun est un Poisson très répandu sur nos côtes de l'Océan et de la Méditerranée; il habite l'Atlantique tropical jusqu'au golfe du Mexique. Sa chair est diversement appréciée.

(1) Certains auteurs séparent les *Mæna* et les *Smaris* des Sparidés, pour en faire un groupe à part, celui des Mænidés.

113. *Box salpa* (L.).

1758. *Sparus salpa* LINNÉ, Syst. Nat., p. 280.

1830. *Box salpa* CUVIER et VALENCIENNES, Hist. Poiss., VI, p. 357, pl. 162.

1859. *Box salpa* GUENTHER, Cat. Fish. Brit. Mus., I, p. 420.

Stations. — Cap Blanc et côtes mauritaniennes; Mossamédès [*Salenca*].

La Saupé se rencontre dans la Méditerranée, aux Canaries, sur les côtes de Sénégal. Au dire de Günther, elle descend peut-être jusqu'au Cap. Sur nos côtes méditerranéennes, elle est abondante, elle se montre plus rare dans le golfe de Gascogne.

C'est un Poisson d'une jolie coloration, mais dont la chair est assez peu prisee.

SARGUS Cuvier.

114. *Sargus vulgaris* GEOFFROY.

1809. *Sargus vulgaris* GEOFFROY, Descr. Égypte, pl. 18, fig. 2.

1859. *Sargus vulgaris* GUENTHER, Cat. Fish. Brit. Mus., I, p. 420.

Stations. — Cap Blanc; baie du Lévrier [*Seïfia*]; Bel Air et baie de Hann.

Le Sargue ordinaire est un Poisson de la Méditerranée, assez commun sur notre littoral. Il s'aventure aussi dans l'Atlantique sur la Côte occidentale de l'Afrique.

Les Sargues donnent, d'après M. Gruvel, un excellent produit salé ou séché.

115. *Sargus Rondeleti* C. V.

1830. *Sargus Rondeletii* CUVIER et VALENCIENNES, Hist. Poiss., VI, p. 14, pl. 141.

Stations. — Baie du Lévrier; Praya-Amélia (Angola) [*Marquita*].

Le Sar ou Sargue de Rondelet est un Poisson commun sur nos côtes de la Méditerranée et du golfe de Gascogne, qui se montre surtout abondant dans l'Atlantique, aux Canaries et à Madère. Il descend jusqu'à l'Angola, ainsi que l'indique Osorio qui l'a signalé à Mossamédès, affirmation confirmée par les envois de M. Gruvel.

116. *Sargus Bellottii* STEIND.

1882. *Sargus Bellottii* STEINDACHNER, Denks. Ak. Wiss. Wien., LXV (2), p. 6, pl. III, fig. 2.

Station. — Baie du Lévrier.

Cette intéressante espèce est connue seulement d'après des exemplaires provenant aussi du banc d'Arguin. Elle ne figurait pas encore dans les collections du Muséum de Paris.

117. *Sargus cervinus* (LOWE).

1841. *Charax cervinus* LOWE, Trans. Zool. Soc., II, p. 177.

1859. *Sargus cervinus* GUENTHER, Cat. Fish., I, p. 448.

Station. — Cap Blanc.

Le *Sargus cervin* habite les mers de Madère, des Canaries et du Cap. Il vit en troupes nombreuses.

LETHRINUS Cuvier.**118. *Lethrinus atlanticus* C. V**

1850. *Lethrinus atlanticus* CUVIER et VALENCIENNES, Hist. Poiss., VI, p. 275.

1859. *Lethrinus atlanticus* GUENTHER, Cat. Fish., I, p. 460.

1882. *Lethrinus atlanticus* STEINDACHNER, Denks. Ak. Wiss. Wien., XLIV, p. 28.

Station. — Gabon.

Le genre *Lethrinus*, très riche en espèces, est surtout répandu dans l'océan Indien, les mers de Polynésie et d'Australie. Par exception, le *Léthrinus* de l'Atlantique est propre à la Côte occidentale d'Afrique, où Cuvier et Valenciennes le signalent aux îles du Cap Vert, Günther à l'embouchure du Niger, Steindachner à Gorée.

PAGRUS Cuvier.**119. *Pagrus auriga* VAL**

1843. *Pagrus auriga* VALENCIENNES, Ichth. Canar., p. 34.

1859. *Pagrus auriga* GUENTHER, Cat. Fish., I, p. 471.

Stations. — Cap Blanc, baie du Lévrier; Nouakchott [*Burta*]; île Tamara [Guinée].

Ce *Pagre* se rencontre dans les mers de Madère et des Canaries et dans la Méditerranée. Il ne paraît pas fréquenter notre littoral. Il n'est pas cité, en effet, parmi les Poissons de France de Moreau. Steindachner le mentionne du Sénégal à Gorée et à Rufisque.

120. *Pagrus Ehrenbergi* C. V.

1830. *Pagrus Ehrenbergi* CUVIER et VALENCIENNES, Hist. Poiss., VI, p. 155.

1882. *Pagrus Ehrenbergi* STEINDACHNER, Denks. Ak. Wiss. Wien., LXV (2), p. 4, pl. V, fig. 1.

Station. — Mossamédès [*Pargo*].

Cette espèce, qui à part la dentition se rapproche beaucoup comme aspect du *Dentex filusus* C. V., est connue de la Méditerranée (Égypte, Syrie, Sicile) et de la Côte occiden-

tale d'Afrique (Canaries, Sénégal); les envois de M. Gruvel étendent son habitat jusqu'au sud de l'Angola.

PAGELLUS C. V.

121. *Pagellus erythrinus* (L.).

1758. *Sparus erythrinus* LINNÉ, Syst. Nat., p. 279.

1859. *Pagellus erythrinus* GUENTHER, Cat. Fish., I, p. 473.

1843. *Pagellus canariensis* VALENCIENNES, Ichth. Canar., p. 35, pl. 10, fig. 2.

Stations. — Cap Blanc [*Bréa*]; côtes sénégalaises [*Youfief*]; Mossamédès [*Ticotico*].

Le Pagel commun ou érythrin habite la Méditerranée, les côtes occidentales d'Europe, les Canaries et, d'après Günther, les mers du Cap. Il est cité de Gorée par Steindachner. Sur nos côtes il est abondant dans la Méditerranée et le golfe de Gascogne, plus rare au Nord. Il se retrouve, comme on voit, sur les côtes de l'Angola.

122. *Pagellus mormyrus* (L.).

1758. *Sparus mormyrus* LINNÉ, Syst. Nat., p. 281.

1830. *Pagellus goreensis* CUVIER et VALENCIENNES, Hist. Poiss., VI, p. 203.

Station. — Cap Blanc [*Boga*]; Praya-Amélia (Angola) [*Fureira*].

Le Pagel mormyre habite la Méditerranée et l'Atlantique intertropical jusqu'à l'Amérique. Il est assez commun sur nos côtes du golfe de Gascogne. Osorio l'a signalé sur les côtes d'Angola à Lobito et Benguella.

MULLIDÆ.

MULLUS L.

123. *Mullus surmuletus* L.

1758. *Mullus surmuletus* LINNÉ, Syst. Nat., p. 300.

Station. — Baie du Lévrier.

Le Surmulet ou Rouget-Barbet est un excellent Poisson fort abondant sur tout notre littoral; il est connu de la Méditerranée et des côtes de l'Europe occidentale. On ne l'avait pas encore signalé en Mauritanie, où cependant, d'après M. Gruvel, il est commun pendant la saison fraîche (novembre à mai).

UPENEUS C. V.

124. * *Upeneus prayensis* C. V.

1829. *Upeneus prayensis* CUVIER et VALENCIENNES, Hist. Poiss., III, p. 485.

1863. *Pseudupeneus prayensis* BLEEKER, Nat. Verh. Wet. Haarlem, XVIII, n° 2, p. 57, pl. XI, fig. 1.

Stations. — Baie du Lévrier, Nouakchott [*Salmonete*]; Mossamédès.

C'est une espèce de la Côte occidentale d'Afrique. Elle a été décrite des îles du Cap Vert. Bleeker la mentionne sur la Côte de l'Or. Elle s'aventure parfois dans le Sénégal. Sa chair est comestible.

Scorpididæ.

PSETTUS C. V.

125. * *Psettus Sebæ* C. V.

1831. *Psettus Sebæ* CUVIER et VALENCIENNES, Hist. Poiss., VII, p. 241, pl. 189.

Stations. — Sénégal; lagune de Grand-Bassam [*Damengo*]; Dahomey; crique de Kilombé (Banane).

Le *Psettus* de Séba est un curieux Poisson à corps comprimé, excessivement élevé. C'est une forme marine qui remonte les rivières du Sénégal au Congo. Elle est très commune en certaines saisons dans le Sénégal; les Nègres ne la mangent point, d'après Rochebrune.

Chætodontidæ.

CHÆTODON Artédi.

126. *Chætodon Hoefleri* STEIND.

1882. *Chætodon Hoefleri* STEINDACHNER, Denks. Ak. Wiss. Wien., XLIV, p. 30, pl. V, fig. 1.

Stations. — Baie du Lévrier; Nouakchott [*Guareis* en ouolof].

Les types proviennent de Gorée. Ce Poisson descend jusqu'à Benguella (Angola), d'après Osorio. L'espèce est fort voisine du *Chætodon Luciæ* Rochebrune, de Sainte-Lucie (Cap Vert).

Les Chétodons, Poissons à la coloration des plus brillantes et des plus variées, comprennent de très nombreuses espèces, surtout abondantes dans l'océan Indien et le Pacifique.

EPHIPPIUS Cuvier (1).

127. *Ephippus goreensis* C. V.

1831. *Ephippus goreensis* CUVIER et VALENCIENNES, Hist. Poiss., VII, p. 125, pl. 178.

1860. *Ephippus goreensis* GUENTHER, Cat. Fish., II, p. 61.

1882. *Ephippus goreensis* STEINDACHNER, Denks. Ak. Wiss. Wien., LXV (2), p. 10.

Cette espèce de la Côte occidentale d'Afrique, décrite, comme son nom l'indique, sur

(1) On considère parfois les *Ephippus* comme formant un groupe distinct, les Ephippidés.

un spécimen provenant de Gorée et long d'un pied, est, au dire de Rochebrune, rejetée par les Nègres comme étant vénéneuse. Sans qu'il soit possible de se prononcer d'une manière absolue sur la légitimité d'une pareille accusation, il est certain qu'au point de vue alimentaire la chair des Chætodontidés est de peu de valeur.

Les deux spécimens rapportés par M. Gruvel, un moyen et un jeune, présentent certaines différences et méritent d'être décrits en détail, pour montrer les modifications qui peuvent se produire au cours du développement.

Chez le premier (fig. 7) du Sénégal, la hauteur est contenue 1 fois $\frac{1}{3}$ dans la longueur



Fig. 7. — *Ephippus goreensis* C.V. adulte à dorsale prolongée.

sans la caudale, la longueur de la tête 3 fois environ. Le diamètre de l'œil fait le tiers de la longueur de la tête. Le maxillaire supérieur arrive jusqu'au-dessous du bord antérieur de l'œil. On compte 46 écailles en ligne longitudinale, $\frac{10}{20}$ en ligne transversale de l'origine de la dorsale à l'anus. Les écailles du dessus de la tête sont minuscules, ainsi que celles du

préopercule; celles de l'opercule sont un peu plus grandes. La première dorsale comprend 8 épines; la seconde une épine, et 19 rayons mous; la troisième et la quatrième épine, excessivement longues, flexibles s'étendent en arrière aussi loin que l'extrémité de la caudale. L'anale comprend 3 épines, la deuxième à peine plus longue que la troisième et 15 rayons mous. La pectorale arrondie fait les $\frac{2}{3}$ de la longueur de la tête; les ventrales prolongées atteignent l'anale molle. Le pédicule caudal est un peu plus haut que long; la caudale tronquée.

La coloration paraît avoir été argentée avec cinq ou six fasciatures foncées. Les nageoires sont grises, les ventrales noires.

D. VIII-I 19; A. III 15; P. 16; V. I 5. Sq. 10/46/20.

N° 05-305. Coll. Mus. — Guet N'Dar à Dakar : GRUVEL.

Longueur : $130 + 32 = 162$ millimètres.

Chez le jeune (fig. 8) individu du Gabon, la hauteur est presque égale à la longueur; la longueur de la tête y est contenue 3 fois environ. Le diamètre de l'œil est compris 2 fois $\frac{1}{3}$ dans la longueur de la tête. Le maxillaire supérieur atteint seulement le dessous de la narine antérieure. Il y a des denticulations assez nettes à l'angle du préopercule. La première dorsale comprend 8 épines et est nettement unie à la seconde par une membrane. La troisième épine seule est forte et développée, non flexible: sa longueur est légèrement supérieure à celle de la tête; la quatrième est moitié moindre et les autres épines décroissent régulièrement. L'anale est formée de 3 épines, la première fort petite, la seconde beaucoup plus développée que la troisième. La pectorale est arrondie et fait les $\frac{3}{4}$ de la longueur de la tête; les ventrales prolongées atteignent l'anale molle. Le pédicule caudal est nettement plus haut que long; la caudale légèrement arrondie.



Fig. 8. — *Ephippus goreensis* C.V. jeune.

La coloration est jaune avec 7 fasciatures brun foncé sur les côtés: la première au niveau de l'œil, la seconde de la fente operculaire, la troisième du milieu de la dorsale épineuse, la cinquième de la partie antérieure de la dorsale molle sont beaucoup plus développées. Les nageoires sont grisâtres, les ventrales noires.

D. VIII-1 20; A. III 16; P. 18; V. 1 5; Sq. 11/45/21.

N° 13-98. Coll. Mus. — Baie de Libreville [Gouébanda]: GRUVEL.

Longueur: 59 + 15 = 74 millimètres.

Comme on le voit, d'après ces descriptions, le jeune est fort différent de l'individu moyen, chez lequel le corps s'allonge, les rayons épineux médians de la première dorsale deviennent filamenteux et très prolongés (1).

DREPANE C. V. (2).

128. *Drepane punctata* (L.).

1758. *Chatodon punctatus* LINNÉ, Syst. Nat., p. 273.

Var. *africana* OSORIO.

1860. *Drepane punctata* var. C. GUENTHER, Cat. Fish., II, p. 63.

1892. *Drepane punctata* var. *africana* OSORIO, Journ. Sc. Math. Phys. Nat. Lisboa, 2^e sér., t. II, p. 207.

1906. *Drepane punctata* var. *octofasciata* PELLEGRIN, Act. Soc. Linn., Bordeaux, t. LX, p. 51.

(1) Cependant ce dernier caractère n'est pas indiqué sur la figure donnée par Cuvier et Valenciennes.

(2) Ce genre est parfois considéré comme formant la famille des Drépanidés.

Stations. — Côtes mauritaniennes; Konakry [*Débéléï*]; baie de Libreville [*Gouabounda*]; Banane [*Sengouancoucou*].



Fig. 9. — *Drepane punctata* var. *africana* Osorio. Individu moyen.

La Drépane ponctuée habite, d'après Günther, l'océan Indien et les côtes nord-ouest du Pacifique. Elle a été signalée depuis sur les côtes africaines de l'Atlantique, notamment par Bleeker qui l'indique du golfe de Guinée et Osorio de l'île das Rolas et de Benguella (Angola).

Günther distingue dans l'espèce trois variétés :

A. Coloration uniforme (*Drepane longimanus*);

B. Avec des séries verticales de points bruns (*D. punctata*);

C. Avec des bandes verticales brunes.

J'ai cru devoir donner à cette dernière variété, à laquelle se rapportent les nombreux spécimens de toutes tailles recueillis par M. Gruvel, le nom d'*octofasciata*.

Toutefois Osorio avait déjà distingué une variété *africana* pour les spécimens de la Côte occidentale d'Afrique qu'il avait entre les mains. Je pense que les deux formes sont identiques, et dans ce cas le nom d'Osorio aurait l'antériorité.

Il y a lieu de remarquer sur les individus rapportés par M. Gruvel que les fasciatures noires, au nombre de 7 ou 8 chez les adultes (spécimens de 325 millimètres), ou les individus moyens (135 millimètres) (fig. 9), sont également bien marquées chez les jeunes (40 à 60 millimètres) (fig. 10); mais alors elles sont moins nombreuses (5 ou 6) et plus étroites. Les barres transversales s'étendent sur les côtés du corps, mais s'arrêtent en bas sur le ventre.



Fig. 10. — *Drepane punctata* var. *africana* Osorio, jeune.

Acanthuridæ.

ACANTHURUS Bl. Schn.

129. *Acanthurus chirurgus* (BL.).

1787. *Chaetodon chirurgus* BLOCH, Nat. ausl. Fische, III, p. 99.

Stations. — Côtes du Sénégal; Port-Bouet (Côte d'Ivoire) [*Etampa*]; Kotonou (Dahomey).

L'Acanthure chirurgien est une espèce de l'Atlantique tropical africain et américain. Sa chair n'est pas estimée, et l'on redoute les blessures qu'il peut faire avec les épines dont la base de sa queue est armée.

Cichlidæ.

HEMICHROMIS Peters.

130. ** *Hemichromis fasciatus* PETERS.

1857. *Hemichromis fasciatus* PETERS, Mon. Berl. Ac., p. 403.

Stations. — Plateau de Labé (Haute-Guinée) ; rivière de Coyah (Basse-Guinée) [*Maroyé* ou *Taka*] ; lagune de Grand-Bassam (Côte-d'Ivoire) [*Etiofouré*].

Les *Hemichromis* sont des Cichlidés à dents coniques, disposées sur une ou deux rangées, à chaque mâchoire et possédant trois épines à la nageoire anale. On n'en connaît que quelques espèces répandues dans le nord, l'ouest et le sud de l'Afrique.

L'Hémichromis fascié, au corps barré de cinq (1) fasciatures foncées, est très commun dans la plupart des rivières depuis le Sénégal jusqu'au Congo et au lac Ngami. Sa jolie coloration l'a fait importer en Europe dans ces dernières années et cultiver comme Poisson d'aquarium. Il en est de même pour l'espèce suivante.

131. ** *Hemichromis bimaculatus* GILL.

1862. *Hemichromis bimaculatus* GILL, Proc. Ac. Philad., p. 137.

1903 *Hemichromis bimaculatus* PELLEGRIN, Mém. Soc. Zool. France, p. 255.

Station. — Rivière Mamou (Haute-Guinée).

L'Hémichromis à deux taches est une ravissante petite espèce des plus répandues dans les eaux douces du nord de l'Afrique à partir du sud de l'Atlas et dans toute l'Afrique occidentale.

PELMATOCHROMIS Steindacher.

132. ** *Pelmatochromis Jentinki* (STEIND.).

(Pl. II, fig. 1)

1895. *Paratilapia* (*Pelmatochromis*) *Jentinkii* STEINDACHNER, Notes Leyd. Mus., XVI, p. 43, pl. II, fig. 1.

1898. *Pelmatochromis Jentinki* BOULENGER, Proc. Zool. Soc., p. 148.

1903. *Pelmatochromis Jentinki* PELLEGRIN, Mém. Soc. Zool. France, p. 277.

Station. — Lagune fétiche de Port-Bouet (Côte-d'Ivoire) [*Ammâ*].

(1) Parfois il existe entre les cinq barres principales d'autres fasciatures ; c'est ce qu'on observe sur le spécimen, recueilli par M. Gruvel, qui mesure la taille remarquable de 175 millimètres de longueur.

Le *Pelmatochromis Jentinki* Steind, est une espèce fort rare connue d'après deux exemplaires de 21 et 29 centimètres de longueur pris dans le lac des Pêcheurs, près de Buluma (Libéria). Le spécimen rapporté par M. Gruvel s'écarte un peu de la diagnose donnée par Steindachner, aussi mérite-t-il d'être décrit :

La hauteur du corps est contenue deux fois et demie dans la longueur sans la caudale, la longueur de la tête, un peu plus de trois fois. Le diamètre de l'œil est compris trois fois et demi dans la longueur de la tête. Il y a une série externe de dents volumineuses suivie, en haut, de 3 séries, en bas, de 2 séries de petites dents coniques. Le maxillaire n'atteint pas le bord antérieur de l'œil. Les écailles operculaires sont moyennes ; on compte 5 rangées d'écailles sur la joue. Il existe 14 branchiospines à la base du premier arc branchial. On compte 39 écailles non denticulées en ligne longitudinale, $\frac{7}{14}$ en ligne transversale. La ligne latérale supérieure perce 27 écailles ; l'inférieure excessivement longue et commençant très peu en arrière de la fente operculaire, 30 d'un côté, 35 de l'autre. La dorsale comprend 15 épines et 16 rayons mous ; la dernière épine fait un peu moins de la moitié de la longueur de la tête. L'anale comprend 3 épines croissantes, la première petite, la seconde et la troisième très fortes et 9 rayons mous. La troisième épine anale est plus longue que la dernière dorsale. La pectorale pointue fait une fois un tiers la longueur de la tête. Les ventrales à rayon mou externe prolongé, filamenteux, arrivent presque à la fin de l'anale. Le pédicule caudal est une fois et demie plus long que haut. La caudale est nettement émarginée.

La teinte générale (en alcool) est olivâtre sur la tête et le dos, jaune sur les côtés. La dorsale et l'anale sont striées transversalement de petites lignes parallèles foncées. Il existe une tache noire bien marquée en bas des derniers rayons mous de la dorsale. La caudale est irrégulièrement striée de foncé.

D. XV 16 ; A. III 9 ; P. 16 ; V. I 5 ; Sq. 39.

N° IX-52. Coll. Mus. — Port-Bouet : GRUVEL.

Longueur $135 + 35 = 170$ millimètres.

Chez les types de Steindachner, les formules sont les suivantes : D XIII-XIV 17 ; A III 8-9 ; P. 16 ; V. I 5 ; Sq. 40. La ligne latérale inférieure est moins longue (26-27 écailles), le pédicule caudal plus élevé. Ces caractères cependant ne me paraissent pas justifier une séparation spécifique.

Les *Pelmatochromis* sont voisins des *Paratilapia*. Comme eux ils ont une dentition exclusivement conique. Ils s'en distinguent par la présence d'un renflement papilleux plus ou moins volumineux, de chaque côté du pharynx, entre les branchies.

On en connaît une trentaine d'espèces habitant l'Afrique occidentale et centrale.

TILAPIA A. Smith.

133.** *Tilapia Heudeloti* A. DUM.

1859. *Tilapia Heudeloti* A. DUMÉRIL, Arch. Mus., X, p. 254.

1862. *Chromis Heudeloti* GUENTHER, Cat. Fish., IV, p. 270.

1863. *Melanogenes microcephalus* BLEEKER, Nat. Verh. Vet. Haarlem, XVIII, n° 2, p. 37, pl. VI, fig. 1.

1903. *Tilapia Heudeloti* PELLEGRIN, Mém. Soc. Zool. France, p. 314.

Stations. — Rufisque; marigot de Hann (près de Dakar); Ziguinchov (Casamance) et Rio-Cachéo.

Les Tilapies, plus connues sous leur ancien nom de *Chromis* et dont on distingue actuellement près de cent espèces dans les eaux douces africaines et syriennes, sont des Poissons herbivores, à dents toutes échancrées, bi-ou tricuspidés, et à intestin allongé, décrivant de nombreuses circonvolutions.

Une des particularités les plus remarquables présentées par ces Poissons, ce sont les soins qu'ils donnent à leurs œufs et à leurs petits. On a constaté, en effet, dans un grand nombre d'espèces et dans quelques autres genres voisins de Cichlidés, l'incubation buccale. Les œufs et plus tard les jeunes se développent dans la bouche et ne sont abandonnés que lorsque les alevins, leur vésicule ombilicale résorbée, sont capables de se suffire à eux-mêmes. Contrairement à ce qui se passe chez des Siluridés comme les *Arius* où on observe également la même pratique et chez lesquels c'est généralement le mâle qui se charge des soins donnés à la progéniture, j'ai montré (1), et le fait a été confirmé par M. Boulenger, que, chez les espèces africaines de Cichlidés, c'était la *femelle* qui incubait les œufs et les jeunes.

Les Tilapies sont, en diverses localités, l'objet de pêches assez importantes. Le Dr de Rochebrune (2) donne d'intéressants détails sur la capture de ces Poissons au Sénégal.

« Certaines espèces parviennent à une taille assez grande, écrit-il; alors on les recherche pour la bonté de leur chair et elles sont désignées par les Européens sous le nom de Carpes. Ce sont les mêmes dont parle Adanson.... Il arrive qu'en parcourant en pirogue les marigots de Saint-Louis, le soir principalement, le sillage de l'embarcation, en déplaçant les bancs épais des *Chromis*, précipite leur marche et que, pressés, ils sautent par-dessus bord. » C'est, on en conviendra, un mode facile de capture.

La Tilapie de Heudelot se rencontre dans le Sénégal jusqu'au Congo. C'est une espèce dulcaquicole, mais qui ne craint pas de s'aventurer dans les lagunes salées près de la mer. C'est ainsi que M. Gruvel a pu constater la présence de cette espèce dans le marigot de Hann, dont les eaux sont tantôt presque douces, tantôt au contraire ont une teneur en sel, égale ou même un peu supérieure à celle de l'Atlantique.

Il est intéressant de voir, chez des espèces dulcaquicoles comme les Tilapies, la facilité

(1) Dr J. PELLEGRIN, L'incubation buccale chez le *Tilapia galilæa* Artédi (C. R. V^e Congrès de Zoologie, Berne, 1904, p. 330). — Dr J. PELLEGRIN, L'incubation buccale chez deux *Tilapia* de l'Ogôoué (C. R. Assoc. franç. Avanc. Sciences, Lyon, 1906, p. 555).

(2) ROCHEBRUNE, Faune de Sénégalie. Poissons, 1883, p. 69.

avec laquelle elles s'adaptent au séjour dans des eaux à salure très élevée. Ces faits, d'ailleurs, ne sont pas spéciaux au Sénégal et ont été observés, pour des Poissons du même genre, dans d'autres régions de l'Afrique, en Égypte notamment.

134. ** *Tilapia macrocephala* (BLEEKER).

1862. *Chromis macrocephalus* BLEEKER, in GUENTHER, Cat. Fish., IV, p. 273.

1863. *Melanogenes macrocephalus* BLEEKER, Nat. Verh. Vet. Haarlem, XVIII, n° 2, p. 36, pl. VI, fig. 2.

1899. *Tilapia macrocephala* BOULENGER, Proc. Zool. Soc., p. 115.

1903. *Tilapia macrocephala* PELLEGRIN, Mém. Soc. Zool. France, p. 316.

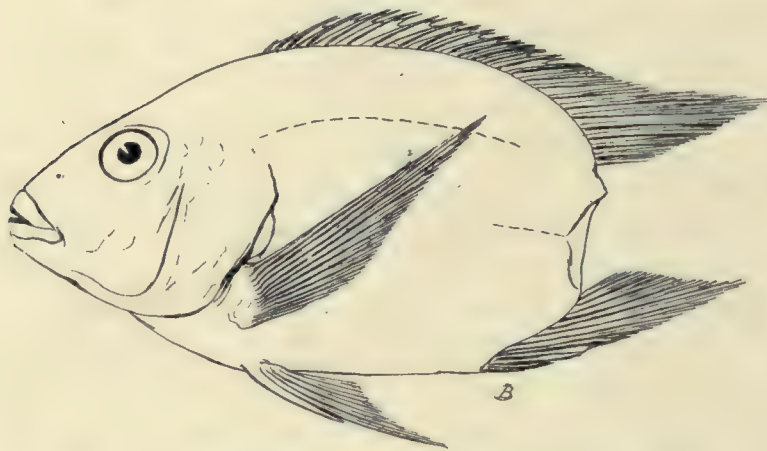


Fig. 11. — *Tilapia macrocephala* Bleeker à caudale mutilée.

Station. — Lagune de Grand-Bassam [*Apouauré* en appollonien, *abovedjé* en abouré.]

Des deux spécimens rapportés par M. Gruvel, l'un mesurant 22 centimètres de longueur est normal ; l'autre, notablement plus volumineux (fig. 11), est complètement privé de nageoire caudale et de pédicule caudal. Cette curieuse mutilation a eu lieu du vivant de l'animal et

était certainement compatible avec l'existence. Des exemples de ce genre ont été déjà rapportés par A. Günther (1) chez le Brochet, et par moi-même à propos également d'une Tilapie (2).

La Tilapie à grosse tête n'est connue que de la Côte de l'Or et de la Côte d'Ivoire.

135. ** *Tilapia melanopleura* A. DUMÉRIL.

1859. *Tilapia melanopleura* A. DUMÉRIL, Arch. Mus., X, p. 252, pl. XXII, fig. 1.

1903. *Tilapia melanopleura* PELLEGRIN, Mém. Soc. Zool. France, p. 329.

Stations. — Marigot de Hann (près Dakar) ; rivière Bafing (Haute-Guinée) ; lagune de Grand-Bassam [*Abovedjé*].

La Tilapie à flancs noirs a une distribution géographique fort vaste, puisqu'on la rencontre au Sénégal, au Congo et au Chiré et dans le bassin du Tchad.

M. Gruvel a constaté la présence de cette espèce dulcaquicole dans des eaux relativement très salées comme celles du marigot de Hann, au Sénégal.

(1) A. GUENTHER, Introduction Stud. Fish., 1880, p. 188.

(2) J. PELLEGRIN, Mém. Soc. Zool. France, 1903, p. 132, fig. 35.

136. ** *Tilapia Meeki* PELLEGRIN.

(Pl. II, fig. 2).

1911. *Tilapia Meeki* PELLEGRIN, Bull. Soc. Zool. France, p. 185.

La hauteur du corps est contenue 1 fois $\frac{3}{4}$ à 2 fois dans la longueur sans la caudale, la longueur de la tête 2 fois $\frac{4}{5}$ à 3 fois. Le diamètre de l'œil est compris 3 fois $\frac{1}{2}$ à 4 fois dans la longueur de la tête, 1 fois $\frac{1}{3}$ à 1 fois $\frac{2}{3}$ dans la longueur du museau, 1 fois $\frac{3}{4}$ à 2 fois dans la largeur interorbitaire. La bouche fait environ les trois cinquièmes de la largeur de la tête. Les dents sont petites, en plusieurs séries, au nombre de 60 à la rangée externe de la mâchoire supérieure, de 30 à 40 à la rangée externe de la mâchoire inférieure. Le maxillaire s'étend un peu au delà de la narine. Il y a 3 rangées d'écaillés sur la joue, de grandes écaillés operculaires. On compte 14 branchiospines à la base du premier arc branchial. Les écaillés ne sont pas denticulées. On en compte 30 en ligne longitudinale, $\frac{3 \frac{1}{2}}{10 \frac{1}{2}}$ en ligne transversale. La ligne latérale supérieure perce 21, l'inférieure 11 ou 12 écaillés. La dorsale comprend 15 épines légèrement croissantes, la dernière contenue 2 fois ou presque dans la longueur de la tête et 14 rayons branchus. L'anale possède 3 épines croissantes, la dernière plus forte, mais un peu plus courte que la dernière dorsale et 10 ou 11 rayons mous. La pectorale, pointue, est environ aussi longue que la tête. La ventrale filamenteuse arrive à l'anale. La longueur du pédicule caudal fait de la moitié aux trois quarts de sa hauteur. La caudale est arrondie.

La coloration est brunâtre avec cinq grandes taches noires sur les côtés. Il existe une tache foncée operculaire. Les nageoires impaires et les ventrales sont noirâtres.

D. XV 14; A. III 10-11, P. 13-14; V. I 5; Sq. $3 \frac{1}{2}/30/10 \frac{1}{2}$.N^{os} 11-53 et 54. Coll. Mus. — Lagune de Grand-Bassam (Côte-d'Ivoire) [*Abovedjé*] : GRUVEL.

Longueur 145 + 35 = 180 et 106 + 28 = 134 millimètres.

J'ai dédié cette espèce à M. S. E. Meek, assistant au « Field Columbian Museum » de Chicago, auquel on doit de nombreux travaux sur les Cichlidés américains. Elle est voisine de *Tilapia melanopleura* A. Duméril, forme à habitat très étendu qu'on rencontre aussi à la Côte d'Ivoire; elle s'en distingue néanmoins par ses branchiospines un peu plus nombreuses à la base du premier arc branchial, sa caudale arrondie et sa coloration. Elle n'est pas éloignée non plus de *T. Mariæ* Boulenger (1) du delta du Niger.

Ce Poisson est désigné à la Côte d'Ivoire sous le nom d'*Abovedjé* comme la Tilapie à flancs noirs.

Pomacentridæ.

GLYPHIDODON Lacépède.

137. *Glyphidodon Hoefleri* STEIND.1882. *Glyphidodon Hoefleri* STEINDACHNER, Denks. Ak. Wiss. Wien., XLIV, p. 43, pl. V, fig. 2.*Station.* — Dahomey.(1) *Pr. Zool. Soc.*, 1899, p. 122, pl. XI, fig. 1.

Cette espèce a été décrite d'après des spécimens de Gorée. Suivant M. Gruvel, elle serait assez commune dans les lagunes du Dahomey et on la consommerait après fumage. Les Pomacentridés, comme les Cichlidés et les Labridés, sont remarquables par la beauté et la variété de leur coloration.

Labridæ.

CRENILABRUS Cuvier.

138. *Crenilabrus Bailloni* C. V.

1839. *Crenilabrus Bailloni* CUVIER et VALENCIENNES, Hist. Poiss., XIII, p. 191, pl. 373.

Stations. — Port-Étienne; Nouakchott.

Le Crénilabre de Baillon est très rare sur nos côtes de l'Océan et de la Manche. Il ne se rencontre pas sur celles de la Méditerranée. Il habite surtout les rivages du Portugal et du Maroc.

C'est un Poisson à la parure des plus brillantes, mais qui, comme la plupart des Labres, est beaucoup plus remarquable par ses qualités esthétiques que par la bonté de sa chair.

NOVACULA C. V.

139. *Novacula cultrata* (C. V.).

1839. *Xyrichtys cultratus* CUVIER et VALENCIENNES, Hist. Poiss., XIV, p. 37, pl. 391.

1862. *Novacula cultrata* GUENTHER, Cat. Fish., IV, p. 169.

Station. — Côtes de Mauritanie et du Sénégal.

Le Rason ordinaire habite la Méditerranée et l'Atlantique tropical jusqu'à l'Amérique. On le capture exceptionnellement sur nos côtes.

Scaridæ.

SCARUS Forskäl.

140. *Scarus cretensis* (L.).

1758. *Labrus cretensis* LINNÉ, Syst. Nat., p. 282.

1891. *Scarus cretensis* MOREAU, Poiss. France, Suppl., p. 51.

Stations. — Entre Dakar et pointe San Ghomar; Gabon [*Etauboné*].

Le Scare des mers de Grèce ou Scare des anciens habite la Méditerranée (surtout la région orientale) et les parties avoisinantes de l'Atlantique. Il est exceptionnel sur nos côtes, à Nice. Les envois de M. Gruvel montrent qu'il descend jusqu'au Gabon.

PSEUDOSCARUS Bleeker.

141. *Pseudoscarus guacamaia* (CUVIER).

1829. *Scarus guacamaia* CUVIER, Règne animal, 2^e éd., II, p. 265.

1862. *Pseudoscarus guacamaia* GUENTHER, Cat. Fish., IV, p. 233.

Station. — Warf de Konakry.

Ce Pseudoscare est une espèce commune de la côte américaine de l'Atlantique tropical. Il n'est pas sans intérêt de constater qu'aux mêmes latitudes, on la retrouve sur les côtes africaines de ce vaste Océan.

Carangidæ.

CARANX Lacépède.

142. *Caranx rhonchus* GEOFFROY.

1809. *Caranx rhonchus* GEOFFROY, Descr. Égypte, Poiss., pl. 24, fig. 1, 2.

1911. *Decapterus rhonchus* FAGE, Bull. Soc. Zool., p. 219.

Stations. — Baie du Lévrier ; Côte d'Ivoire ; Praya-Amélia (Angola) [*Chicharro-amorel*].

Cette Carangue habite le sud de la Méditerranée, depuis la Syrie, et descend sur la côte occidentale d'Afrique. Elle ne paraît pas sur nos côtes.

La chair des Carangues est en général peu prisee. Suivant M. Gruvel cependant, sur la côte d'Afrique, les Nègres, presque partout, en sont friands.

143. *Caranx crumenophthalmus* (BLOCH).

1793. *Scomber crumenophthalmus* BLOCH, Nat. ausl. Fische, VII, p. 77.

1803. *Caranx crumenophthalmus* LACÉPÈDE, Hist. Nat. Poiss., IV, p. 107.

Station. — Mossamédès [*Chicharro-pretto*].

Ce Poisson a pour habitat l'Atlantique tropical, l'océan Indien et la Polynésie.

144. *Caranx dentex* (BL. SCHN.).

1801. *Scomber dentex* BLOCH SCHNEIDER, Syst. Ichth., p. 30.

1809. *Caranx luna* GEOFFROY SAINT-HILAIRE, Descr. Égypte, pl. 23. f. 3.

1860. *Caranx dentex* GUENTHER, Cat. Fish., II, p. 441.

Stations. — Côtes mauritaniennes et sénégalaises.

La Carangue lune se rencontre dans la Méditerranée et dans tout l'Atlantique intertropical. Sur notre littoral méridional, à Nice, on la pêche parfois, mais rarement.

145. *Caranx bicolor* GUENTHER.

1860. *Caranx bicolor* GUENTHER, Cat. Fish., II, p. 442.

Station. — Banane [*Koumoi*],

Je rapporte un petit individu de l'embouchure du Congo à cette espèce de Günther, dont la validité est assez douteuse ; la description a été faite, en effet, sur de jeunes spécimens provenant de Sierra-Leone.

Chez les Carangues, les proportions de la tête, des nageoires et du corps, et la coloration varient beaucoup avec l'âge.

146. *Caranx carangus* (BL.).

1793. *Scomber carangus* BLOCH, Ichthyol., pl. 340.

1860. *Caranx carangus* GUENTHER, Cat. Fish. II, p. 448.

Station. — Dakar [*Carangue*, *Saute en ouolof*, *Tanet*].

La distribution géographique de cette espèce est des plus vastes. Elle habite tout l'Atlantique intertropical, et de plus l'océan Indien et la Malaisie.

147. *Caranx hippos* (L.)

1766. *Scomber hippos* LINNÉ, Syst. Nat., I, p. 494.

1860. *Caranx hippos* GUENTHER, Cat. Fish., II, p. 449.

1896. *Caranx latus* JORDAN et EVERMANN, Bull. U. S. Nat. Mus., n° 47, I, p. 923.

Stations. — Lagune de Grand-Bassam [*Bouébouésina*] ; Port-Bouet (Côte d'Ivoire) [*Cottro*] ; baie de Libreville [*Ogombo gaoua*].

Cette espèce habite aussi l'Atlantique tropical, principalement américain, l'océan Indien et au delà.

148. *Caranx africanus* STEIND.

1883. *Caranx africanus* STEINDACHNER, Sitz. Ak. Wiss. Wien., LXXXVIII, p. 1108, pl. VII, fig. 1.

Stations. — Konakry ; Port-Bouet (Côte d'Ivoire) [*Assocoua*].

Ce Poisson de la Côte occidentale d'Afrique est connu, d'après Steindachner, de l'embouchure du Sénégal à Loango.

BLEPHARIS C. V.

149. *Blepharis alexandrinus* (C. V.).

1833. *Scyris alexandrina* CUVIER et VALENCIENNES, Hist. Poiss., IX, p. 152.

1860. *Caranx alexandrinus* GUENTHER, Cat. Fish., II, p. 455.

Stations. — Dakar [*Kakatreguey* en ouolof] ; Konakry [*Kabaliré* en sousous].

Les Blépharis, que certains auteurs, comme A. Günther, ne séparent pas du genre *Caranx*, ont une première dorsale très peu développée, disparaissant même avec l'âge.

Le Blépharis d'Alexandrie se rencontre dans la Méditerranée, sur le littoral de l'Égypte et dans l'Atlantique, sur la Côte occidentale d'Afrique.

ARGYREIOSUS Lacépède.

150. *Argyreiosus setipinnis* (MITCHILL).

1815. *Zeus setipinnis* MITCHILL, Trans. Philos. Soc. New-York, p. 384.

1860. *Argyreiosus setipinnis* GUENTHER, Cat. Fish., II, p. 459.

Stations. — Baie du Lévrier; Dakar; baie de Libreville [*N'Kaoua*].

Cette espèce habite toutes les parties chaudes de l'Atlantique et la côte du Pérou. Elle n'a jamais été signalée sur nos côtes. Au dire de Rochebrune, elle est très commune au Sénégal en octobre et novembre, mais elle n'est pas estimée comme aliment.

MICROPTERYX Agassiz.

151. *Micropterus chrysurus* (L.).

1766. *Scomber chrysurus* LINNÉ, Syst. Nat., I, p. 494.

1833. *Seriola cosmopolita* CUVIER et VALENCIENNES, Hist. Poiss., IX, p. 219, pl. 259.

Stations. — Côtes du Sénégal; Konakry.

La Sériole cosmopolite habite l'Atlantique tropical et l'océan Indien.

SERIOLA Cuvier.

152. *Seriola Dumerili* (Risso).

1810. *Caranx Dumerilii*, Risso, Ichth. Nice, p. 175.

1860. *Seriola Dumerilii* GUENTHER, Cat. Fish., II, p. 462.

Station. — Dakar [*Sife* en ouolof].

La Sériole de Duméril fréquente la Méditerranée et les parties avoisinantes de l'Atlantique, et, suivant Günther, les mers de Chine et du Japon.

Sur nos côtes, on la prend parfois à Nice ou à Cette. D'après Rochebrune, cette espèce, qui vit par troupes extrêmement nombreuses, se pêche toute l'année au Sénégal. Sa chair est ferme et de bon goût.

TEMNODON C. V.

153. *Temnodon saltator* (L.).

1758. *Perca saltatrix* LINNÉ, Syst. Nat., p. 293.

1833. *Temnodon saltator* CUVIER et VALENCIENNES, Hist. Poiss., IX, p. 225.

1880. *Sparactodon nahnal* ROCHEBRUNE, Bull. Soc. Philom. Paris, p. 159.

Stations. — Baie du Lévrier ; côtes mauritaniennes et sénégalaises [*N'gotte*] ; Praya-Amélia (Angola) [*Anjova*].

Le *Temnodon* sauteur est un Poisson cosmopolite qui habite presque toutes les mers tropicales et tempérées ; on l'a pris accidentellement sur nos côtes à Nice. Il atteint une taille d'un mètre environ. Il est très commun sur la Côte occidentale d'Afrique et peut donner lieu à des pêches profitables. Sa chair est agréable et, suivant M. Gruvel, les Noirs en sont extrêmement friands. Ainsi que je l'ai signalé, le *Temnodon* sauteur apparaît maintenant en hiver sur le marché de Paris, apporté par les bateaux qui font la pêche sur les côtes du Portugal, du Maroc et de la Mauritanie.

LICHIA CUV.

154. *Lichia amia* (L.).

1758. *Scomber amia* LINNÉ, Syst. Nat., p. 299.

1831. *Lichia amia* CUVIER et VALENCIENNES, Hist. Poiss., VIII, p. 348.

Stations. — Côtes de Mauritanie et du Sénégal.

La Liche amie habite la Méditerranée, où elle apparaît parfois sur notre littoral et les côtes occidentales d'Afrique, jusqu'au Cap.

La chair des Liches est assez estimée.

155. *Lichia glauca* (L.).

1758. *Scomber glaucus* LINNÉ, Syst. Nat., p. 298.

1831. *Lichia glaucus* CUVIER et VALENCIENNES, Hist. Poiss., VIII, p. 358, pl. 234.

Stations. — Cap Blanc et côtes mauritaniennes ; Konakry.

La Liche glaycos fréquente aussi la Méditerranée et l'Atlantique, surtout depuis Gibraltar, jusqu'au cap de Bonne-Espérance, et aux côtes du Brésil. Elle est très commune sur notre littoral méditerranéen, mais, par contre, extrêmement rare sur nos côtes océaniques.

156. *Lichia vadigo* (Risso).1810. *Centronotus vadigo* RISSO, Ichth. Nice, p. 196.1831. *Lichia vadigo* CUVIER et VALENCIENNES, Hist. Poiss., VIII, p. 363, pl. 235.

Stations. — Baie du Lévrier; côtes mauritaniennes [*Lirio*]; rade de Dakar [*Tévêt en ouolof*].

La Liche vadigo se rencontre dans la Méditerranée et les parties avoisinantes de l'Atlantique. Elle est néanmoins fort rare sur nos côtes méditerranéennes. Elle atteint 65 centimètres de longueur.

TRACHYNOTUS Lacépède.

157. *Trachynotus ovatus* (L.).1758. *Gasterosteus ovatus* LINNÉ, Syst. Nat., p. 296.1831. *Trachinotus rhomboides* CUVIER et VALENCIENNES, Hist. Poiss., VIII, p. 407.

Stations. — Cap Blanc et côtes mauritaniennes; baie de Libreville [*N'gaoua*]; Banane (estuaire du Congo) [*Coubia*].

L'habitat de ce Poisson est des plus vastes. Il se trouve dans tout l'Atlantique inter-tropical, l'océan Indien, la Malaisie et le Pacifique, jusqu'à l'Australie.

D'après M. Gruvel, les Nègres recherchent les Trachinotes pour le fumage.

158. *Trachynotus goreensis* C. V.1831. *Trachinotus goreensis* CUVIER et VALENCIENNES, Hist. Poiss., VIII, p. 419.1860. *Trachynotus goreensis* GUENTHER, Cat. Fish., II, p. 483.1863. *Trachynotus goreensis* BLEEKER, Nat. Verh. Wet. Haarlem, XVIII, n° 2, p. 77, pl. XVI, fig. 3.

Stations. — Konakry, baie de Libreville [*N'gaoua*]; Banane (estuaire du Congo).

Le Trachinote de Gorée a été décrit primitivement, comme son nom l'indique, de la côte du Sénégal. Bleeker le signale des côtes de Guinée (Achantis), et Günther de la mer des Antilles.

Il y a de grandes modifications suivant l'âge chez les Trachinotes; celles-ci portent sur les proportions du corps, la longueur des nageoires, la dentition, sans parler de la coloration: aussi il est possible que certaines des espèces décrites par les auteurs tombent en synonymie.

159. *Trachynotus myrias* C. V.1831. *Trachinotus myrias* CUVIER et VALENCIENNES, Hist. Poiss., VIII, p. 421.

Stations. — Konakry; Banane (estuaire du Congo).

La Trachinote myriade, espèce sénégalienne comme la précédente, et qui, d'après Osorio, descend jusqu'à l'Angola, doit son nom aux « cinq taches noirâtres réparties sur la longueur de la ligne latérale : la première est un trait vertical, les quatre autres sont rondes ; il semblerait qu'on eût écrit le chiffre 10 000 ». On retrouve très nettement ce

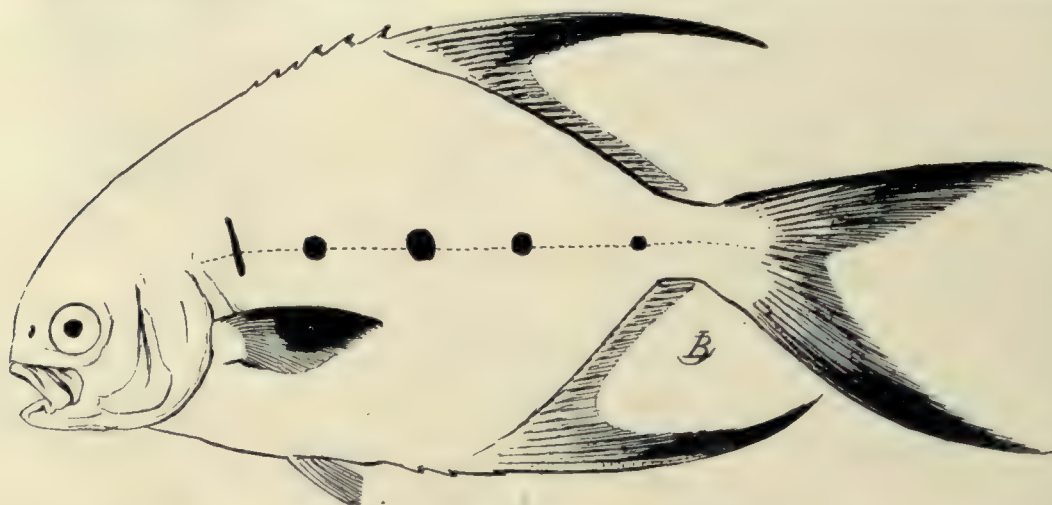


Fig. 12. — *Trachynotus myrias* C. V.

caractère sur les deux spécimens recueillis par M. Gruvel, en Guinée française, et au Congo (longueur : 210 millimètres) (fig. 12) ; ceux-ci sont, en outre, remarquables par l'allongement des rayons mous antérieurs de la dorsale et de l'anale, formant un lobe étendu en arrière, jusque vers le milieu de la nageoire caudale.

Scombridæ.

SCOMBER Artédi.

160. *Scomber colias* L.

1789. *Scomber colias* LINNÉ GMELIN, Syst. Nat., I, p. 1329.

Station. — Praya-Amélia (Angola) [*Cavalla*].

Le Scombre colias, espèce voisine du Maquereau commun, abondante sur nos côtes de la Méditerranée, plus rare sur celles du golfe de Gascogne, habite tout l'océan Atlantique tempéré et tropical jusqu'aux rives américaines. D'après M. Gruvel, ce Poisson se trouve à certaines époques en bancs considérables sur les côtes de l'Angola. Il présente une réelle valeur au point de vue alimentaire.

THYNNUS C. V.

161. *Thynnus thunnina* C. V.

1831. *Thynnus thunnina* CUVIER et VALENCIENNES, Hist. Poiss., VIII, p. 104, pl. 212.

Stations. — Côtes sénégalienes [*Saka*] ; Praya-Amélia (Angola) [*Merma*, *Judeu*].

La Thonine habite la Méditerranée, où elle n'est pas très fréquente sur notre littoral, les parties chaudes de l'Atlantique et l'océan Indien. Ce gros Scombre, qui atteint un mètre et qui est très voisin du Thon commun, est, comme lui, susceptible d'exploitation industrielle. Sa chair est d'un beau rouge et d'un bon goût.

162. **Thynnus alalonga** (LINNÉ GMELIN).

1789. *Scomber alatunga* LINNÉ GMELIN, Syst. Nat., I, p. 1330.

1831. *Thynnus alalonga* CUVIER et VALENCIENNES, Hist. Poiss., VIII, p. 120, pl. 215.

1896. *Germo alalonga* JORDAN et EVERMANN, Bull. U. S. Nat. Mus., n° 47, I, p. 871.

Stations. — Côtes mauritaniennes.

Le Germon ou Thon blanc ou aux longues ailes est une excellente espèce, bien connue sur nos côtes, surtout celles du golfe de Gascogne. Elle habite la Méditerranée et la plus grande partie de l'Atlantique. On la rencontre aussi sur la côte américaine du Pacifique.

PELAMYS C. V.

163. **Pelamys sarda** (BL.).

1793. *Scomber sarda* BLOCH, Nat. ausl. Fische, VII, p. 44.

1831. *Pelamys sarda* CUVIER et VALENCIENNES, Hist. Poiss., VIII, p. 149, pl. 217.

Stations. — Dakar; côtes sénégalaises [*Gueit bounioul* en ouolof].

La Pélamide commune ou Pélamide sarde se rencontre dans la Méditerranée et dans l'Atlantique, jusqu'au cap de Bonne-Espérance. Elle est assez répandue sur notre littoral méditerranéen, plus rare sur nos côtes océaniques. On l'apporte parfois sur le marché de Paris. Sa taille ne dépasse guère 70 centimètres.

CYBIUM Cuvier.

164. **Cybiurn tritor** C. V.

1831. *Cybiurn tritor* CUVIER et VALENCIENNES, Hist. Poiss., VIII, p. 176, pl. 218.

1883. *Cybiurn tritor* ROCHEBRUNE, Faune Sénégalaise, Poiss., p. 73.

Stations. — Cap Blanc; Nouakchott [*Carita*]; Dakar [*Silinka*]; Konakry [*Bariaké*]; baie d'Ouloumi (Gabon) [*Ekondo*].

C'est une espèce de la Côte occidentale d'Afrique qui, suivant Rochebrune, est très commune à Gorée, à Dakar, à Rufisque, où elle est l'objet de pêches importantes en juin et juillet. Elle atteint 85 centimètres de longueur.

Trichiuridæ.

TRICHIURUS L.

165. *Trichiurus lepturus* L.1758. *Trichiurus lepturus* LINNÉ, Syst. Nat., p. 246.

Stations. — Baie du Lévrier ; Dakar ; Konakry ; baie de Libreville [*Ossolo okouara*] ; Mossamédès [*Espada*].

Le Trichiure lepture ou Ceinture d'argent est extrêmement rare sur nos côtes ; on le capture accidentellement sur notre littoral océanique. Il est plus répandu dans les parties chaudes de l'Atlantique, principalement sur les côtes américaines.

Coryphænidæ.

CORYPHÆNA Artédi.

166. *Coryphæna hippurus* LINNÉ.1758. *Coryphæna hippurus* LINNÉ, Syst. Nat., p. 261.

Stations. — Côtes de Mauritanie.

La Coryphène hippurus est un grand Poisson pélagique cosmopolite, habitant toutes les mers chaudes et tempérées du globe. On l'a parfois signalé accidentellement sur nos côtes métropolitaines de la Méditerranée.

Zeidæ.

ZEUS Artédi.

167. *Zeus faber* L.1758. *Zeus faber* LINNÉ, Syst. Nat., p. 267.1860. *Zeus faber* GUENTHER, Cat. Fish., Brit. Mus., II, p. 393.

Stations. — Baie du Lévrier ; Rufisque et Dakar.

Le Zée forgeron ou Poisson Saint-Pierre, est une espèce à chair délicate, fort commune sur toutes nos côtes, et qu'on voit assez souvent sur les marchés. Elle fréquente la Méditerranée, les côtes atlantiques de l'Europe et, suivant Günther, les mers australiennes.

Pleuronectidæ.**PSETTODES** Bennett.**168. Psettodes erumei** (BL. SCHN.).

1801. *Pleuronectes erumei* BLOCH SCHNEIDER, Syst. Ichth., p. 150.

1862. *Psettodes erumei* GUENTHER, Cat. Fish., IV, p. 402.

Stations. — Côtes mauritaniennes, entre Nouakchott et Guet N'Dar.

Ce Poisson des mers tropicales possède un habitat des plus étendus. On le rencontre, en effet, dans la mer Rouge, l'océan Indien, les mers de Chine et sur la Côte occidentale d'Afrique. Contrairement à ce qui se passe généralement chez les Pleuronectidés, où les deux yeux, pour un genre donné, sont placés d'une façon à peu près invariable, toujours du même côté, droit ou gauche, du corps, il n'en est pas ainsi chez le *Psettodes erumei* Bl. Schneid., où les spécimens sont indifféremment et à peu près aussi souvent dextres que senestres.

HEMIRHOMBUS Bleeker.**169. Hemirhombus guineensis** BLEEKER.

1863. *Hemirhombus guineensis* BLEEKER, Nat. Ver. Wet. Haarlem, XVIII, n° 2, p. 25, pl. III.

1882. *Hemirhombus guineensis* STEINDACHNER, Denks. Ak. Wiss. Wien., XLV, p. 13.

Stations. — Baie du Lévrier; de Guet N'Dar à Dakar; environs de Gorée [*Papayo* en ouolof]; Mossamédès [*Linguado*].

Cette espèce, décrite d'après un spécimen de Guinée (Asenfoe, Achantis), a été signalée de Gorée par Steindachner. Elle n'est pas indiquée par Rochebrune dans sa faune de Sénégal.

L'un des spécimens rapportés par M. Gruvel, mesurant 260 millimètres, et provenant de la région comprise entre Guet N'Dar et Dakar, présente la particularité suivante : la pectorale gauche, c'est-à-dire du côté des yeux, a les rayons supérieurs allongés, filiformes, contrairement à ce qui est indiqué sur le type de Bleeker et à ce que l'on trouve sur les autres échantillons recueillis par M. Gruvel.

170. Hemirhombus Stampfli STEIND.

1895. *Hemirhombus Stampfli* STEINDACHNER, Notes Leyden Muséum, XVI, p. 52, pl. III, fig. 3.

Stations. — Konakry; Côte d'Ivoire; lagune de Kotonou (Dahomey) [*Aflémá*].

Ce Poisson est excessivement voisin de l'Hémirhombe de Guinée. Les types proviennent de Libéria.

RHOMBOIDICHTHYS Bleeker.

171. *Rhomboidichthys mancus* (Risso).

1810. *Pleuronectes mancus* RISSO, Ichth. Nice, p. 317.

1833. *Rhombus madeirensis* LOWE, Proc. Zool. Soc., p. 143.

1862. *Rhomboidichthys mancus* GUENTHER, Cat. Fish., IV, p. 432.

Station. — Nouakchott (côtes de Mauritanie).

Ce Pleuronectidé habite la Méditerranée et les parties avoisinantes de l'Atlantique. On le capture parfois sur nos côtes, principalement sur celles des Alpes-Maritimes.

SOLEA Lacépède.

172. *Solea vulgaris* QUENSEL.

1806. *Solea vulgaris* QUENSEL, Vet. Akad. Handl., p. 230.

Stations. — Baie du Lévrier; côtes mauritaniennes [*Linguado*].

La Sole commune habite les mers d'Europe. Elle est très répandue sur tout notre littoral. Il est inutile de faire ressortir ici son importance pratique. D'après M. Gruvel, elle ne dépasse guère au Sud l'embouchure du Sénégal; elle atteint des tailles considérables, jusqu'à 65 centimètres de longueur.

Var. *melanochira* MOREAU.

1874. *Solea melanochira* E. MOREAU, Rev. Mag. Zool., II, p. 115, pl. 15, fig. 1.

1881. *Solea melanochira* E. MOREAU, Poiss. France, III, p. 305

Station. — Baie du Lévrier.

Cette variété est différenciée principalement par ce qu'en dedans, la base de la pectorale est noire. Ce caractère de coloration sans grande importance, ne me semble pas suffisant pour former une espèce distincte comme l'a fait Moreau. Dans le même envoi de la baie du Lévrier de M. Gruvel (1911-1912) on trouve, d'ailleurs, des individus à base de la pectorale tantôt claire, tantôt foncée.

173. *Solea senegalensis* KAUP.

1858. *Solea senegalensis* KAUP, Wieg. Arch., p. 94.

La Sole du Sénégal a été décrite très imparfaitement par Kaup sur un petit spécimen du Sénégal, appartenant au Muséum d'histoire naturelle de Paris. Je crois utile de donner de ce type intéressant et peu connu une nouvelle description, qu'on pourra comparer à celle de l'exemplaire rapporté par M. Gruvel :

La hauteur du corps est contenue près de trois fois dans la longueur sans la caudale ; la longueur de la tête quatre fois et demie. L'œil supérieur est en avant de l'inférieur ; l'espace interorbitaire concave est moindre que le diamètre de l'œil. Le profil du museau est arrondi. La narine du côté aveugle est tubuleuse, non dilatée. Il existe des dents petites, mais distinctes, du côté aveugle. Les écailles sont rudes, cténoïdes et recouvrent les nageoires. La ligne latérale est droite et décrit une courbe antérieurement, sur la tête. La dorsale commence au niveau du bord antérieur de l'œil supérieur. La pectorale est à peine plus longue du côté coloré ; elle est comprise 2 fois dans la longueur de la tête. Les ventrales sont libres. La caudale est arrondie.

La teinte générale du côté coloré est chocolat avec de petits points grisâtres. L'extrémité de la pectorale est noire.

D. 84 ; A. 70 ; P. 8 ; L. long. 120 (1).

N° A. 9825. Coll. Mus. — Saint-Louis (Sénégal) : JUBELIN (*Type*).

Longueur : $116 + 20 = 136$ millimètres.

Var. *m'baoensis* PELLEGRIN.

(Pl. I, fig. 1.)

1907. *Solea senegalensis* KAUP, var. *m'baoensis* PELLEGRIN, Bull. Soc. Zool. Fr., p. 87, et Act. Soc. Linn. Bordeaux, LXII, p. 84.

La hauteur du corps est contenue 3 fois $1/5$ dans la longueur ; la longueur de la tête 5 fois $1/2$. L'œil supérieur est en avant de l'inférieur ; l'espace interorbitaire concave fait environ la moitié du grand diamètre de l'œil qui est contenu 4 fois $1/2$ dans la longueur de la tête. Le profil du museau est légèrement anguleux. La narine du côté aveugle est tubuleuse, non dilatée. Les dents, petites, sont distinctes du côté aveugle. La ligne latérale est droite et décrit une courbe antérieurement, sur la tête. La dorsale commence au niveau du bord antérieur de l'œil supérieur. La pectorale, légèrement plus longue du côté coloré, est comprise 1 fois $2/3$ dans la longueur de la tête. La caudale est nettement arrondie.

La teinte générale du côté coloré est chocolat avec des petites taches plus foncées et des points grisâtres. L'extrémité de la pectorale est noire. Le côté aveugle est uniformément jaunâtre.

D. 82 ; A. 67 ; P. 10 ; Sq. 27/115/32.

N° 07-254. Coll. Mus. — M'bao (Sénégal) : GRUVEL (*Type*).

Longueur : $230 + 32 = 262$ millimètres.

Ce Poisson ne semble pas pouvoir être séparé spécifiquement de *Solea senegalensis* Kaup, ses nombres étant presque identiques. Il s'en écarte cependant par quelques caractères et mérite de constituer une variété distincte remarquable par sa forme plus allongée.

(1) Les écailles sont comptées en ligne longitudinale à partir du niveau de la fente branchiale.

son museau plus aigu, ses yeux plus grands, ses pectorales proportionnellement plus longues et à rayons plus nombreux.

174. *Solea hexophthalma* BENNETT.

1830. *Solea hexophthalma* BENNETT, Proc. Comm. Zool. Soc., I, p. 147.

Stations. — Marsa, Nouakchott (côtes mauritaniennes).

C'est une espèce de la côte nord-ouest d'Afrique paraissant des plus voisines de la Sole ocellée (*Solea ocellata* L.) qui habite la Méditerranée et les parties avoisinantes de l'Atlantique.

La Sole à six yeux doit son nom aux six magnifiques ocelles qui ornent le côté coloré du corps, le long de la base de la dorsale et de la base de l'anale.

175. *Solea triophthalma* BLEEKER.

1863. *Solea triophthalmus* BLEEKER, Nat. Verh. Wet. Haarlem, XVIII, n° 2, p. 26, pl. IV, fig. 1.

Stations. — Entre Dakar et Rufisque [*Sole à trois points*].

Cette espèce a été décrite par Bleeker d'après un spécimen provenant d'Abraoun (Guinée). Ainsi que l'indiquait cet auteur, elle est « très facile à reconnaître aux trois taches noires, bordées de bleuâtre qui sont disposées à distance à peu près égale, sur une rangée longitudinale et qui sont coupées au milieu par la ligne latérale ». Ces taches sont particulièrement nettes sur le spécimen mesurant 205 millimètres rapporté par M. Gruvel.

176. *Solea lascaris* (Risso).

1810. *Pleuronectes lascaris* RISSO, Ichth. Nice, p. 311, pl. 7, fig. 32.

1830. *Solea impar* BENNETT, Proc. Comm. Zool. Soc., I, p. 147.

Stations. — Baie du Lévrier ; Nouakchott à Guet N'Dar ; Mossamédès [*Linguado*].

La Sole lascaris est connue de la Méditerranée et de la côte occidentale de l'Afrique du Nord. Il est tout à fait curieux de la retrouver au sud de l'Angola. Cette espèce fréquente toutes nos côtes ; elle est rare dans la Manche, mais devient assez commune dans le golfe de Gascogne et la Méditerranée. On l'apporte parfois sur le marché de Paris. C'est un Poisson très estimable.

177. *Solea lutea* (Risso).

1810. *Pleuronectes luteus* RISSO, Ichth. Nice, p. 312.

1862. *Solea lutea* GUENTHER, Cat. Fish. Brit. Mus., IV, p. 469.

1881. *Microchirus luteus* MOREAU, Poiss. France, III, p. 316.

Station. — Baie de Hann.

Le Microchire jaune habite la Méditerranée. Il est assez rare sur nos côtes à Nice et à Cette.

SYNAPTURA Cantor.

178. *Synaptura punctatissima* PETERS.

1876. *Synaptura punctatissima* PETERS, Monatsb. Verh. Ak. Wiss., Berlin, XLI, p. 249, pl., fig. 2.

1881. *Synaptura punctatissima* STEINDACHNER, Sitz. Ak. Wiss. Wien., LXXXIII (1), p. 207.

Stations. — Entre Nouakchott et Guet N'Dar; Konakry [*Boularéyé*]; Libreville [*Ogouéré*].

L'espèce a été signalée par Peters d'après un spécimen de Victoria (Ouest-africain) d'une longueur de 25 centimètres. Steindachner a donné une description plus complète d'un exemplaire de 32 centimètres provenant d'Algoa-Bay.

D'après Peters, la hauteur du corps est comprise 3 fois $1/2$ dans la longueur, y compris la caudale, celle de la tête 6 fois; la dorsale compte 81 rayons, l'anale 65; la ligne latérale, 140 écailles. La coloration est gris-brun, avec de très nombreux points noirs; la moitié supérieure de la pectorale est noire, le bas de la membrane de la dorsale blanc, les rayons noirs.

D'après Steindachner, la hauteur est contenue environ 3 fois, la longueur de la tête 6 fois dans la longueur totale. Les formules sont les suivantes : D. 75; A. 62; L. lat. 120 à 124. La coloration est violet terne, parsemée d'innombrables points brun foncé au milieu desquels se trouve çà et là une petite tache un peu plus grosse. L'anale, la caudale, la dorsale et la pectorale droite sont bordées de clair avec les parties restantes remplies de petites taches brun foncé. Le côté aveugle du corps est blanc-jaunâtre.

La coloration des nombreux individus recueillis par M. Gruvel se rapportent à deux types distincts : le premier se rapproche des descriptions données par Peters et Steindachner; le second mérite de constituer une variété spéciale (fig. 13).

Chez les premiers, la teinte générale du côté des yeux est gris jaunâtre ou rosée, parsemée d'une infinité de petits points noirs; il en est de même des nageoires impaires qui sont bordées d'un fin liséré blanchâtre peu apparent; la pectorale est noire au moins à son extrémité. La hauteur du corps est comprise de 3 fois à 3 fois $3/4$ dans la longueur, celle de la tête 6 fois à 6 fois $1/2$. Les formules sont les suivantes : D. 77-82; A. 57-65; L. lat. 110-120 (1). Ces individus proviennent des côtes de Mauritanie, de Guinée et du Gabon.

Var. *nigromaculata* PELLEGRIN.

(Fig. 13.)

1905. *Synaptura punctatissima* PETERS, var. *nigromaculata* PELLEGRIN, Bull. Soc. Zool. Fr., p. 158.

1906. *Synaptura punctatissima* PETERS, var. *nigromaculata* PELLEGRIN, Act. Soc. Linn. Bordeaux, LX, p. 34, pl. III, fig. 2.

(1) Les écailles sont comptées en ligne longitudinale, du côté droit, à partir du niveau de la fente branchiale.

La coloration du côté aveugle est blanc rosé ou jaunâtre; celle du côté des yeux est grisâtre ou rosacée; les petits points noirs sont répartis de la même façon sur les écailles (1) et sur les nageoires que dans les spécimens précédents, mais il existe de plus une cinquantaine de *larges taches noires, inégales*, irrégulièrement arrondies, dont le diamètre est généralement compris entre 5 et 10 millimètres. Un fin liséré clair apparaît très distinctement tout le long du bord externe des nageoires impaires. La hauteur du corps est comprise 3 fois $1/2$ à 4 fois dans la longueur totale, celle de la tête 5 fois $3/4$ à 6 $1/4$.

D. 73-75 ; A. 58-61 ; Sq. L. lat. 106-117.

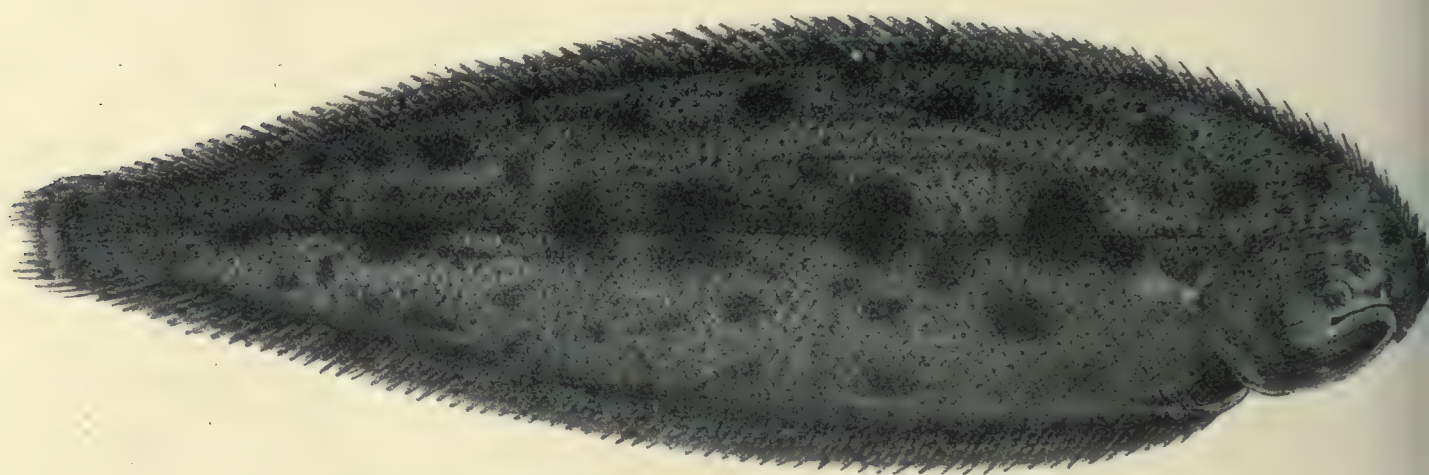


Fig. 13. — *Synaptura punctatissima* var. *nigromaculata* Pellegrin.

N° 05-296. Coll. Mus. — Entre Nouakchott et Guet N'Dar : GRUVEL.

Longueur : 310 millimètres (*Type*).

N° 13-16-20. Coll. Mus. 5 exemplaires. — Baie du Lévrier : GRUVEL.

Longueur : 195 à 240 millimètres.

Le genre *Synaptura* est avant tout représenté dans l'Inde Archipélagique, et le nombre des espèces décrites de l'Atlantique ou de la Méditerranée est fort restreint. L'une d'elles, voisine de celle décrite ci-dessus, le *Synaptura lusitanica* Brito Capello (2), se rencontre sur les côtes de Portugal.

CYNOGLOSSUS Hamilton Buchanan.

179. *Cynoglossus senegalensis* (KAUP).

1858. *Arelia senegalensis* KAUP, in Wieg. Arch., p. 108.

1862. *Cynoglossus senegalensis* GUENTHER, Cat. Fish., IV, p. 502.

Station. — Lagune de Porto-Novo (Dahomey) [*Koua-Koua*].

(1) Sur un des spécimens (13-20, Coll. Mus.) ils font défaut sur le corps.

(2) *Jorn. Ac. Sc. Lisboa*, n° 5, 1868, p. 62 et n° 6, 1869, p. 153, pl. IX, fig. 1.

Cette espèce est particulière à la Côte occidentale d'Afrique.

Les spécimens recueillis par M. Gruvel, au nombre de 4 et mesurant respectivement 110, 150, 180 et 265 millimètres (nos 13-68 à 71. Coll. Mus.), sont remarquables par la longueur de la caudale qui fait les $\frac{2}{3}$ environ de la longueur de la tête. La hauteur du corps est comprise 5 fois $\frac{1}{2}$ à 6 fois dans la longueur totale.

180. *Cynoglossus goreensis* STEIND.

1882. *Cynoglossus goreensis* STEINDACHNER, Denks. Ak. Wiss. Wien., XLV, p. 12, pl. I, fig. 2.

Stations. — De Guet N'Dar à Dakar; Konakry [Méyiéré].

Le Cynoglosse de Gorée atteint 60 centimètres de longueur. Il est assez voisin du *Cynoglossus senegalensis* Kaup. Osorio le signale sur les côtes d'Angola.

Il est inutile de faire ressortir ici l'importance que présentent, au point de vue alimentaire, ces Soles, ces Cynoglosses, et tous les autres Pleuronectidés rapportés par M. Gruvel.

Gobiidæ.

ELEOTRIS Gronovius.

181. ** *Eleotris senegalensis* STEIND.

1869. *Eleotris (Culius) senegalensis* STEINDACHNER, Sitz. Ak. Wiss. Wien., LX, p. 949, pl. 2, fig. 1 et 2.

Stations. — Fleuve Sénégal [Bouda en ouolof]; Casamance; Rio Géba.

Les nombreuses espèces du genre *Eleotris*, répandues dans toutes les régions tropicales, sont tantôt marines, tantôt dulcaquicoles. L'*Eleotris* du Sénégal paraît plutôt être de ces dernières, il remonte les rivières africaines du Sénégal à l'Ogôoué.

Gobius Artédi.

182. *Gobius jozo* L.

1758. *Gobius jozo* LINNÉ, Syst. Nat., p. 263.

Station. — Baie du Lévrier.

Le Gobie à haute dorsale fréquente la Méditerranée et les parties avoisinantes de l'Atlantique. Il est assez abondant sur nos côtes méridionales, ainsi que sur le littoral marocain d'où Mme du Gast l'a rapporté au Muséum.

183. *Gobius Schlegeli* GUENTHER.

1861. *Gobius Schlegeli* GUENTHER, Cat. Fish., III, p. 46.

1863. *Gobius Schlegeli* BLEEKER, Nat. Ver. Wet. Haarlem, XVIII, n° 2, p. 103, pl. XIII, fig. 1.

Station. — Lac Nokoué (Dahomey).

Cette jolie petite espèce a été décrite d'après un échantillon de Bouhy (Côte de l'Or).

PERIOPHTHALMUS Bloch Schneider.

184 * **Periophthalmus Koelreuteri** (PALLAS).

1770. *Gobius Koelreuteri* PALLAS, Spicil. Zool., VIII, p. 8, pl. 2, fig. 1.

Var. **papilio** BL. SCHN.

1800. *Periophthalmus papilio* BLOCH SCHNEIDER, Syst. Ichth., p. 63, pl. 14.

Stations. — Saint-Louis fleuve; Benty (Guinée); Côte d'Ivoire [*Assuifékouindro*]; Banane [*Missanbi*].

Le Périophtalme papillon est un curieux Poisson qui habite les rivages de l'océan Indien, de la Malaisie et de la Côte occidentale d'Afrique. Il se tient de préférence dans les estuaires, ne redoutant pas les eaux saumâtres ou douces. Il va à terre où il progresse en s'aidant de ses pectorales largement pédiculées et de sa queue; il peut, en outre, se fixer aux rochers à l'aide du disque adhésif formé par ses ventrales. Sa chair est peu estimée (1).

Echeneididæ.

ECHENEIS Artédi.

185. **Echeneis naucrates** L.

1758. *Echeneis naucrates* LINNÉ, Syst. Nat., p. 261.

Stations. — Baie du Lévrier; Nouakchott; baie de Hann; Konakry [*Koundou-Koundé*]; Praya-Amélia (Angola) [*Pegador*].

Ce Poisson se rencontre dans la plupart des mers tempérées et tropicales. On le prend accidentellement sur nos côtes méditerranéennes, principalement à Nice.

Grâce à leur disque adhésif céphalique, les Echénéis se fixent sur les corps flottants, sur la carène des navires, sur les grands animaux marins (Squales, Tortues, etc.), et se font ainsi transporter sans aucune fatigue à d'énormes distances. C'est ce qui explique leur distribution si vaste.

Les Echénéis sont, avant tout, un objet de curiosité et ne paraissent pas présenter d'intérêt pratique réel.

(1) On a importé, dans ces dernières années, principalement en Allemagne, des Périophtalmes vivants que l'on conserve dans des aquariums spéciaux, avec une petite plage où le Poisson vient se reposer. J'ai eu l'occasion d'en voir à Paris, chez un amateur de Poissons exotiques, M. de Visser.

Scorpænidæ.

SCORPÆNA Artédi.

186. *Scorpæna ustulata* LOWE.

1840. *Scorpæna ustulata* LOWE, Proc. Zool. Soc., p. 36.

1891. *Scorpæna ustulata* MOREAU, Hist. Nat. Poiss. France, Suppl., p. 26.

Stations. — Cap Blanc ; baie du Lévrier : Nouakchott [*Rascassio*] ; côte sénégalienne [*Dièunar*].

La Scorpène pustuleuse de Madère et des mers canariennes se rencontre aussi dans la Méditerranée. On la prend même sur nos côtes, à Nice, où, d'après Moreau, elle est devenue assez commune. On sait que la chair des Scorpènes entre pour une part importante dans la composition de la bouillabaisse.

Platycephalidæ.

PLATYCEPHALUS Bloch Schneider.

187. *Platycephalus Gruveli* PELLEGRIN.

(Fig. 14 et 15).

1905. *Platycephalus Gruveli* PELLEGRIN, Bull. Soc. Zool. France, p. 138.

1906. *Platycephalus Gruveli* PELLEGRIN, Act. Soc. Linn. Bordeaux, vol. LX, p. 44, pl. III, fig. 1 et 1 a.

La longueur de la tête est comprise 2 fois $\frac{2}{3}$ à près de 3 fois dans la longueur sans la caudale ; la largeur de la tête, une fois $\frac{1}{2}$ dans sa longueur (fig. 14). L'espace interorbitaire concave fait du tiers à un peu plus de la moitié du grand diamètre de l'œil qui est contenu 4 fois $\frac{1}{4}$ à 5 fois dans la longueur de la tête. Il n'y a pas d'épines au bout du museau ; il en existe une devant l'œil. Les filaments orbitaires manquent ; le rebord orbitaire est armé d'épines. Les lignes du vertex ne portent que quelques épines. La ligne de la joue est munie de 5 ou 6 épines assez fortes. Le préopercule est armé de 3 épines ; la supérieure plus forte, égale l'espace interorbitaire. Il n'existe pas d'épine proéminente à l'interopercule. Le maxillaire supérieur s'étend jusqu'au delà du bord antérieur de l'œil. Le museau fait une fois $\frac{1}{2}$ le grand diamètre de l'œil. La ligne latérale est épineuse sur toute son étendue ; elle comprend 50 écailles. Il n'y a antérieurement que 2 rangées $\frac{1}{2}$ d'écailles entre la ligne latérale et la première dorsale. On compte 11 rangées longitudinales d'écailles entre la ligne latérale et l'origine de l'anale. L'épine détachée, qui constitue la première



Fig. 14. — Tête du *Platycephalus Gruveli* vue au-dessus.

dorsale, mesure les $\frac{2}{3}$ du diamètre de l'œil. La deuxième des 7 épines de la deuxième dorsale est la plus longue ; elle est contenue près de 2 fois $\frac{1}{2}$ dans la longueur de la tête ; la troisième dorsale est formée de 12 ou 13 rayons mous. L'anale en comprend 12. Les pectorales sont un peu plus courtes que l'espace qui sépare le bout du museau du bord

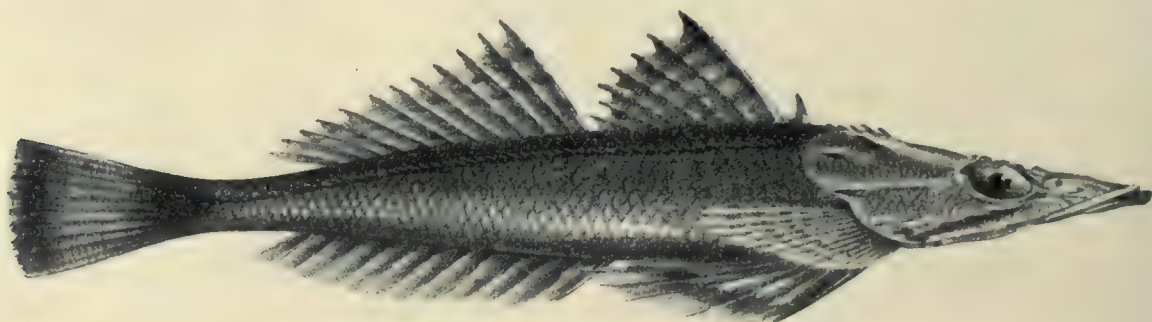


Fig. 15. — *Platycephalus Gruveli* Pellegrin.

postérieur de l'œil. Les ventrales sont longues ; elles atteignent l'origine de l'anale. La caudale est légèrement arrondie.

Le dos est olivâtre, le dessous du corps rosé. Des marques noires existent sur la partie postérieure de la deuxième dorsale épineuse, à l'origine et à l'extrémité des rayons de la caudale, sur les ventrales et sur l'opercule. Des lignes de points foncés apparaissent sur les dorsales et sur les pectorales.

D. I/VII 12-13; A. 12; P. 19-20; V. 15; Sq. 2 $\frac{1}{2}$ /50/11.

N° 05-302. Coll. Mus. — Environs de Guet N'Dar : GRUVEL.

Longueur : 160 + 30 = 190 millimètres (*Type*).

N° 09-469. Coll. Mus. — Baie de Hann (près Dakar) : GRUVEL.

Longueur totale : 79 millimètres.

Cette espèce, que je me suis fait un plaisir de dédier au chef de la Mission des Pêcheries de la Côte occidentale d'Afrique, se distingue du *Platycephalus americanus* Sauvage, par ses formes plus courtes et plus ramassées, sa tête plus large, ses écailles notablement plus grandes (1).

La présence d'un Platycéphale sur la côte de Sénégal est un fait extrêmement intéressant. Le genre est représenté par de très nombreuses espèces dans la mer Rouge, l'océan Indien, les mers de Chine et du Japon, la Polynésie et les mers australiennes ; mais beaucoup d'ichthyologistes n'admettaient qu'avec réserve l'exactitude de la provenance des deux espèces connues jusqu'ici de l'Atlantique : *Platycephalus angustus* Steindachner et *P. americanus* Sauvage. C'est ainsi que Jordan et Evermann (2) écrivent en parlant du genre *Platycephalus* : « Two species of this genus have been described from American waters, in both cases apparently by error, as no American ichthyologist has found any specimens of either ». De même, M. Boulenger, à propos des Platycéphalidés, con-

(1) L'existence de trois dents au préopercule n'est pas un caractère d'une bien grande valeur, car, dans le type du *P. americanus* Sauvage, il y en a deux d'un côté, trois de l'autre.

(2) Fishes of North and Middle America (*Bull. U.-S. Nat. Mus.*, n° 47, II, 1898, p. 2028.)

clut (1) : « The single genus *Platycephalus*, with some 40 species inhabits the coasts of the Indian Ocean and the western Pacific ». Il ne mentionne aucune espèce de l'Atlantique.

Le *Platycephalus angustus* Steindachner (2) est indiqué comme provenant de Surinam ; ses écailles beaucoup plus petites (L. long. 108) le distinguent facilement de *P. Gruveli*.

Le *P. americanus* Sauvage (3) doit venir du fleuve Potomac, sur la côte atlantique des États-Unis ; toutefois son descripteur n'ose se montrer absolument catégorique en ce qui concerne son origine. Les matériaux rapportés à deux reprises par M. Gruvel tranchent définitivement la question et montrent que le genre Platycéphale se rencontre indubitablement, au moins en ce qui concerne le côté africain, dans l'Atlantique intertropical.

Triglidæ.

TRIGLA Artédi.

188. *Trigla hirundo* L.

1758. *Trigla hirundo* LINNÉ, Syst. Nat., p. 301.

Stations. — Cap Blanc [*Rubio*] ; environs de Gorée [*Narangeiten* ouolof].

Ce Poisson habite la Méditerranée et les côtes occidentales d'Europe. Il est cité des Canaries par Taquin.

Parmi les 7 ou 8 espèces de Trigles ou Grondins qui se trouvent sur nos côtes, le Perlon est celle qui atteint la taille la plus considérable : 0 m. 60 et même davantage. Elle est très commune sur notre littoral, et on l'apporte journellement sur le marché de Paris ; aussi ses qualités comestibles sont connues et appréciées de tous.

Dactylopteridæ.

DACTYLOPTERUS Lacépède.

189. *Dactylopterus volitans* (L.).

1758. *Trigla volitans* LINNÉ, Syst. Nat., p. 302.

1829. *Dactylopterus volitans* CUVIER et VALENCIENNES, Hist. Poiss., IV, p. 117.

Stations. — Environs de Gorée [*Diep laf* en ouolof].

Le Dactyloptère volant ou Hirondelle de Mer est un curieux Poisson qui peut fournir un vol plus ou moins prolongé. On le prend assez rarement sur nos côtes méditerranéennes ; il fréquente la Méditerranée et les parties chaudes et tempérées de l'Atlantique.

(1) The Cambridge Natural History, vol. VII, Fishes, 1904, p. 699.

(2) Sitz. Ak. Wiss. Wien., 1866, p. 213, pl. I, fig. 4.

(3) Nouv. Arch. Museum, 1 (2^e sér.), 1878, p. 148, pl. II, fig. 3.

Uranoscopidæ.

URANOSCOPUS L.

190. **Uranoscopus scaber** L.1758. *Uranoscopus scaber* LINNÉ, Syst. Nat., p. 250.1881. *Uranoscopus scaber* MOREAU, Poiss. France, II, p. 90.*Stations.* — Nouakchott.

L'Uranoscope rat se trouve dans la Méditerranée et les parties avoisinantes de l'Atlantique. Il est tout à fait exceptionnel dans le golfe de Gascogne ; mais, en revanche, il est très commun sur notre littoral méditerranéen. La taille des exemplaires, rapportés par M. Gruvel, 45 et 37 centimètres de longueur, est remarquable. Le D^r Moreau indique comme dimension, pour cette espèce, 15 à 25 centimètres, rarement plus.

Gobiesocidæ.

LEPADOGASTER Gouan.

191. **Lepadogaster bimaculatus** (PENNANT).1776. *Cyclopterus bimaculatus* PENNANT, Brit. Zool., III, p. 397, pl. 22, fig. 1.1861. *Lepadogaster bimaculatus* GUENTHER, Cat. Fish., III, p. 514.

Stations. — Côtes sénégalienne (baie de Rufisque ; au large de Gorée ; baie de Hann ; entre Dakar et Cap de Naze).

Ce curieux petit Poisson, qu'on rencontre assez rarement sur nos côtes de l'Océan et de la Méditerranée, et dont la taille, d'après E. Moreau, est comprise entre 35 et 60 millimètres, est surtout connue des mers d'Europe. Sa présence fréquente sur toutes les côtes sénégalienne mérite d'être signalée.

Blenniidæ.

BLENNIUS Artedi.

192. **Blennius tentacularis** BRUENNICH.1768. *Blennius tentacularis* BRUENNICH, Ichth. Mass., p. 26.*Stations.* — Entre Dakar et Cap de Naze.

Le Blennie tentaculaire est une espèce surtout méditerranéenne, assez commune sur notre littoral métropolitain. Elle ne présente pas de valeur pratique.

193. *Blennius cristatus* L.

1758. *Blennius cristatus* LINNÉ, Syst. Nat., p. 256.

Station. — Ile Tamara (Guinée).

Cette espèce est spéciale aux parties chaudes de l'Atlantique. Le type provenait de l'Ascension.

Batrachidæ.

BATRACHUS Bl. Schn.

194. *Batrachus didactylus* BL. SCHN.

1800. *Batrachus didactylus* BLOCH SCHNEIDER, Syst. Ichth., p. 42.

1861. *Batrachus didactylus* GUENTHER, Cat. Fish., III, p. 170.

Stations. — Baie du Lévrier ; Nouakchott ; Bel-Air et baie de Hann.

Le Batrachoïde tau ou didactyle habite la Méditerranée et l'Atlantique depuis la Guinée jusqu'aux côtes du Portugal. Il est tout à fait exceptionnel plus au Nord. On le prend parfois accidentellement sur nos côtes, à Nice.

Les Batrachoïdes sont venimeux (1). Au dire de Rochebrune, le Batrachoïde se tient au Sénégal, dans les parages rocailleux ; on le pêche rarement en juillet et août ; les Nègres le redoutent et prétendent que son contact est mortel. Il y a, sans doute, une certaine exagération ; mais c'est néanmoins une espèce dont la piqure mérite la méfiance.

Antennariidæ.

ANTENNARIUS Commerson.

195. *Antennarius pardalis* (C. V.).

1837. *Chironectes pardalis* CUVIER et VALENCIENNES, Hist. Poiss., XII, p. 420, pl. 363

1861. *Antennarius pardalis* GUENTHER, Cat. Fish., III, p. 198.

Stations. — Entre Dakar et Cap de Naze.

Le Chironecte panthère est une petite espèce de la côte du Sénégal dont les types proviennent de Gorée.

(1) Cf. BOTTARD, Les Poissons venimeux (*Th. méd.*, Paris, 1889, p. 141).

Balistidæ.**MONACANTHUS Cuvier.****196. *Monacanthus setifer* BENNETT.**

1830. *Monacanthus setifer* BENNETT, Proc. Comm. Zool. Soc., p. 112.

1843. *Monacanthus filamentosus* VALENCIENNES, Iles Canar. Ichth., p. 95, pl. 16, fig. 1.

Station. — M'bao (près Dakar).

Ce Monacanthé doit son nom spécifique à ce que souvent, chez l'adulte, le second rayon de la dorsale est prolongé en un long filament.

Il se trouve dans tout l'Atlantique tropical et subtropical et l'océan Indien. Il n'a jamais été signalé sur nos côtes et ne présente pas d'intérêt au point de vue alimentaire. La chair des Balistidés est souvent même vénéneuse au moment du frai.

197. *Monacanthus Heudeloti* (HOLLARD).

1855. *Aluterus Heudelotii* HOLLARD, Ann. Sc. Nat., IV, p. 13.

1870. *Monacanthus Heudeloti* GUENTHER, Cat. Fish., VIII, p. 251.

Stations. — Entre Dakar et pointe San Ghomar ; Mossamédès [*Peixe galo*].

Le Monacanthé de Heudelot est une espèce connue de la côte du Sénégal. On voit, d'après les envois de M. Gruvel, qu'elle descend au Sud, jusqu'à l'Angola.

Tetrodontidæ.**TETRODON L.****198. *Tetrodon lævigatus* L.**

1766. *Tetrodon lævigatus* LINNÉ, Syst. Nat., I, p. 411.

1870. *Tetrodon lævigatus* GUENTHER, Cat. Fish., VIII, p. 274.

1898. *Lagocephalus lævigatus* JORDAN et EVERMANN, Bull. U.-S. Nat. Mus., n° 47, II, p. 1728.

Stations. — Marsa, Nouakchott (Mauritanie).

Cette espèce est très répandue dans tout l'Atlantique tropical. On la rencontre aussi bien sur les côtes africaines que sur les côtes américaines, du golfe de Guinée au golfe du Mexique. Elle existe aussi au Japon, d'après Günther, qui considère le *Tetrodon inermis* Schlegel comme une simple variété.

Les Tétrodon sont des Poissons fort curieux qui possèdent la faculté de se gonfler ainsi qu'un ballon, en avalant de l'air dont ils remplissent, ainsi que l'écrit Cuvier, « une sorte de jabot très mince et très extensible qui occupe toute la longueur de l'abdomen en

adhérant très intimement au péritoine. Lorsqu'ils sont ainsi gonflés, ils culbutent, leur ventre prend le dessus, et ils flottent à la surface sans pouvoir se diriger ; mais c'est pour eux un moyen de défense, parce que les épines qui garnissent leur peau se relèvent alors de toutes parts. »

En revanche, les Tétrodons ne peuvent être d'aucune utilité au point de vue comestible. Leur chair possède même, particulièrement au moment du frai, des propriétés vénéneuses qui doivent la faire rejeter de l'alimentation. De nombreux exemples d'empoisonnements par les Tétrodons ont été réunis dans les Archives de médecine navale.

Il y a, d'ailleurs, une grande variabilité dans la toxicité des divers Tétrodons. Suivant la saison ou la taille, l'ingestion d'animaux d'une même espèce peut être absolument inoffensive ou, dans d'autres cas, au contraire, suivie d'accidents terribles.

Ces résultats, en apparence si contradictoires, s'expliquent facilement. Des expériences, entreprises par un grand nombre de naturalistes et de voyageurs, ont prouvé, en effet, que les substances nocives résident, avant tout, dans les organes génitaux (1).

199. **Tetrodon pustulatus* MURRAY.

1857. *Tetrodon pustulatus* MURRAY, Proc. R. Phys. Soc. Edinburg.

1870. *Tetrodon (Arothron) pustulatus* GUENTHER, Cat. Fish., VIII, p. 271.

Station. — Baie d'Ouloumi (Gabon) [*Ororo*].

Cette espèce est spéciale à la Côte occidentale d'Afrique où elle est connue du Vieux Calabar et du Gabon.

Diodontidæ.

CHILOMYCTERUS Bibron.

200. *Chilomycterus reticulatus* (L.).

1758. *Diodon reticulatus* LINNÉ, Syst. Nat., p. 334.

1870. *Chilomycterus reticulatus* GUENTHER, Cat. Fish., VIII, p. 313.

Stations. — Nouakchott ; Mossamédès [*Boiacu*].

Ce Poisson se rencontre dans l'Atlantique tropical africain et américain. Il n'apparaît jamais sur nos côtes. Il doit être tenu également en suspicion, car sa chair possède des propriétés vénéneuses analogues à celles des Tétrodons.

Par contre, son aspect bizarre, la propriété qu'il possède aussi de se gonfler, les épines droites, nombreuses, rigides, dont son corps est armé, ses mâchoires munies d'une sorte de bec, tout cela attire l'attention des voyageurs qui le rapportent assez souvent comme objet de curiosité.

(1) Cf. J. PELLEGRIN, Les Poissons vénéneux (*Th. méd.* Paris, 1899, p. 37).

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

PRINCIPAUX TRAVAUX SUR LES POISSONS DE LA CÔTE OCCIDENTALE D'AFRIQUE.

- BLEEKER (P.). — Mémoire sur les Poissons de la côte de Guinée. *Natuurkundige Verhandelungen Holl. Maat. Wet.* Haarlem, XVIII, n° 2, 1863, p. 1-136, pl. 1 à 28.
- BOULENGER. — Les Poissons du bassin du Congo, 1 vol. Bruxelles, 1901.
- A list of the Freshwater Fishes of Africa. *Ann. Mag. Nat. Hist.*, sér. 7, vol. XVI, 1905, p. 36-60.
- Catalogue of the Freshwater Fishes of Africa, in the British Museum, t. I, 1909, t. II, 1911, London.
- CARUS (J.-V.). — Prodrômus faunæ mediterraneæ, t. II (III). Pisces, p. 498-711. Stuttgart, 1893.
- CUVIER et VALENCIENNES. — Histoire naturelle des Poissons, 22 vol. 1828-1849.
- DUMÉRIL (A.). — Reptiles et Poissons de l'Afrique occidentale. *Arch. Mus.*, X, 1861, p. 137-261, 2 pl.
- EHRENBAUM (E.). — Ueber Fische von Westafrika besonders Kamerun. *Fischerboten*, V, 1913, p. 308, 358, 398, 506.
- FAGE (L.). — Sur une collection de Poissons provenant de la côte méditerranéenne du Maroc. *Bull. Soc. Zool. Fr.*, 1911, p. 215-220.
- GOFFIN (A.). — Les pêcheries et les Poissons du Congo belge, 1 vol. Bruxelles, 1909.
- GRUVEL (A.) et BOUYAT. — Les pêcheries de la Côte occidentale d'Afrique (côte saharienne), 1 vol. Paris, 1906.
- GRUVEL (A.). — Les pêcheries des côtes du Sénégal et des rivières du Sud, 1 vol. Paris, 1908.
- L'industrie des pêches sur la Côte occidentale d'Afrique, du cap Blanc au cap de Bonne-Espérance, 1 vol. Paris, 1913.
- GUICHENOT. — Exploration scientifique de l'Algérie. Histoire naturelle des Reptiles et des Poissons, 1 vol., 1850.
- GUENTHER (A.). — Report on a collection of Reptiles and Fishes made by Miss. M. Kingsley, during her travels on the Ogowe River and in Old Calabar. *Ann. Mag. Nat. Hist.* (6), XVII, 1896, p. 261-285, pl. XIII-XV.
- Catalogue of the Fishes in the British Museum, 8 vol., 1859-1870.
- KLAFTOCZ (A.). — Reptilien, Amphibien und Fische aus Französisch Guinea. *Zool. Jahrbuch. Syst.*, 1913, p. 279-290.
- LOWE (R.-T.). — A History of the Fishes of Madeira. 1 vol. London, 1843-1860.
- OSORIO. — Peixes marítimos d'Angola. *Jorn. Sci. Math. Phys. Nat. Ac. Sci. Lisboa*, (2) II, 1890, p. 50 ; (2) III, 1893, p. 128.
- Peixes marítimos das ilhas de S. Thomé, do Príncipe e ilheo das Rolas. *Ibid.*, (2) II, 1892, p. 205 ; (2) III, 1894, p. 173.
- PELLEGRIN (Jacques). — Mission des pêcheries de la Côte occidentale d'Afrique, dirigée par M. Gruvel. *Bull. Soc. Zool. Fr.*, 1905, p. 135-141 (1^{re} note) ; *ibid.*, 1907, p. 83-89 (2^e note).
- Mission des pêcheries de la Côte occidentale d'Afrique. Poissons. *Actes Soc. Linnéenne*, Bordeaux, 1906, p. 17-57, pl. III ; et 1907, p. 71-103.
- Étude scientifique des matériaux ichtyologiques recueillis par la Mission des pêcheries de la Côte occidentale d'Afrique. *Mém. C. R. Congrès Pêches maritimes*, Bordeaux, 1908, p. 413-420.
- T. VI. — Fasc. 4.

- PELLEGRIN (Jacques). — Poissons des pêcheries de la Côte occidentale d'Afrique. *C. R. Congrès Ass. fr., Avanc. Sci.*, Lille, 1909, p. 662-668.
- Poissons de l'Afrique occidentale française. Mission de M. Gruvel (3^e note). *Bull. Soc. Zool. Fr.*, 1911, p. 182-186.
- Les Poissons d'eau douce d'Afrique et leur distribution géographique. *Mém. Soc. Zool. Fr.*, XXV, 1912, p. 63-83.
- Reptiles, Batraciens et Poissons du Maroc (Mission de M^{me} Camille du Gast). *Bull. Soc. Zool. Fr.*, 1912, p. 255-262.
- Sur la faune ichtyologique des côtes de l'Angola. *C. R. Ac. Sci.*, t. 155, 1912, p. 1114-1116.
- Poissons des côtes de l'Angola. Mission de M. Gruvel (4^e note). *Bull. Soc. Zool. Fr.*, 1912, p. 290-296.
- Sur un Poisson apode nouveau de la côte de Mauritanie. IX^e Congrès de Zoologie, Monaco, 1913. *Résumés communications*, 1^{re} série, p. 7.
- Sur un nouveau genre de Centrarchidés du Gabon. *C. R. Ac. Sci.*, t. 156, 1913, p. 1488-1489.
- Poissons des côtes de Mauritanie. Mission de M. Gruvel (5^e note). *Bull. Soc. Zool. Fr.*, 1913, p. 116-118.
- Poissons marins de Guinée, de la Côte d'Ivoire, du Dahomey, du Gabon et du Congo. Mission de M. Gruvel (6^e note). *Bull. Soc. Zool. Fr.*, 1913, p. 151-158.
- ROCHEBRUNE (A.-T. de). — Faune de la Sénégambie. Poissons, 1883.
- STEINDACHNER (F.). — Zur Fischfauna des Senegals. *Sitz. Ak. Wiss. Wien.*, 1869, LX (I), p. 669-714 et 945-995 et 1870, LXI (I), p. 533-583.
- Uebersicht der Meerfische an der Küsten Spanien's und Portugal's. *Ibid.*, LVI (I), p. 603-708, LVII (I), p. 351-424 et 667-778.
- Vorläufiger Bericht über die an der Ostküste Tenerifes bei Santa-Cruz gesammelten Fische. *Ibid.*, LIII (I), p. 398-404.
- Beitrage zur Kenntniss der Fische Afrika's, *Denks. Ak. Wiss. Wien*, 1882, XLIV, p. 19-54 et (II), *ibid.*, XLV, p. 1-15.
- Die Fische Liberia's. Notes from Leyden Museum, XVI, 1895, p. 1-96.
- TAQUIN (A.). — Les îles Canaries et les parages de pêche canariens. *Soc. R. Belge de Géographie*, 1902, p. 28, 131, 266, 315, 405, 502, et 1903, p. 37.
- TROSCHER. — Ein Beitrag zur ichthyologischen Fauna der Inseln des Grünen Vorgebirges. *Archiv. für Naturgeschichte*, 1866, p. 190-239.
- VALENCIENNES. — Ichtyologie des îles Canaries ou Histoire naturelle des Poissons rapportés par MM. Webb et Berthelot. 1 vol.
- VINCIGUERRA. — Intorno ad alcune specie di pesci raccolte dal dottore E. Stassano presso la costa occidentale del Sahara. *Annali di Agricoltura*, Roma, 1890, p. 61-103.

INDEX ALPHABÉTIQUE DES NOMS SCIENTIFIQUES

A

ACANTHURIDÆ, 58.
Acanthurus, 58.
 — *chirurgus*, 58.
acutus (*Exocætus*), 30.
æneus (*Epinephelus*), 39.
 — (*Serranus*), 39.
afer (*Gymnothorax*), 27.
 — (*Notopterus*), 12.
afra (*Muræna*), 27.
africana (*Clupea*), 14.
 — (*Drepane*), 57.
 — (*Pellona*), 14.
africanus (*Caranx*), 66.
agennes (*Lutjanus*), 41.
alalonga (*Germo*), 71.
 — (*Thynnus*), 71.
alatunga (*Scomber*), 71.
Alausa eba, 13.
Albula, 11.
 — *conorhynchus*, 11.
 — *gorensis*, 11.
 — *vulpes*, 11.
 ALBULIDÆ, 11.
Alestes, 15.
 — *baremore*, 15.
 — *Chaperi*, 15.
 — *Kotschy*, 15.
 — *macrolepidotus*, 16.
 — *nurse*, 15.
alexandrina (*Scyris*), 66.
alexandrinus (*Blepharis*), 66.
 — (*Caranx*), 66.
 — (*Epinephelus*), 66.
 — (*Serranus*), 66.
Alosa senegalensis, 13.
Aluterus Heudeloti, 86.
amia (*Lichia*), 68.
 — (*Scomber*), 68.
Amphioxus lanceolatus, 6.
 ANABANTIDÆ, 35.
Anabas, 35.
 — *Kingsleyæ*, 35.
 ANGUILLIDÆ, 23.
 ANTENNARIIDÆ, 85.

Antennarius, 85.
 — *pardalis*, 85.
Anthias, 40.
 — *sacer*, 40.
aquila (*Cheilodipterus*), 42.
 — (*Sciæna*), 42.
Arelia senegalensis, 78.
Argyreosus, 67.
 — *setipinnis*, 67.
Arius, 22.
 — *Heudeloti*, 22.
 — *latisculatus*, 22.
Arothron pustulatus, 87.
atlanticus (*Lethrinus*), 53.
 — (*Megalops*), 11.
 — (*Tarpon*), 11.
auctorum (*Lobotes*), 38.
auratus (*Mugil*), 31.
auriga (*Pagrus*), 53.
aurita (*Clupea*), 13.
 — (*Sardinella*), 13.

B

Bailloni (*Crenilabrus*), 64.
 BALISTIDÆ, 86.
Barbodes camptacanthus, 19.
 — *trispilos*, 18.
Barbus, 17.
 — *camptacanthus*, 19.
 — *Gruveli*, 17.
 — *quinquepunctata*, 18.
 — *trispilus*, 18.
baremore (*Alestes*), 15.
 — (*Myletes*), 15.
Barilius, 19.
 — *Steindachneri*, 19.
 BATRACHIDÆ, 85.
Batrachus, 85.
 — *didactylus*, 85.
Bellottii (*Sargus*), 52.
Belone, 29.
 — *gracilis*, 29.
 — *senegalensis*, 29.
Bennetti (*Pristipoma*), 46.

Bicolor (*Caranx*), 66.
bimaculatus (*Cyclopterus*), 84.
 — (*Hemichromis*), 59.
 — (*Lepadogaster*), 84.
 BLENNIIDÆ, 84.
Blennius, 84.
 — *cristatus*, 85.
 — *tentacularis*, 84.
blepharis, 66.
 — *alexandrinus*, 66.
boops (*Box*), 51.
 — (*Sparus*), 51.
Boulengeri (*Parakuhlia*), 36.
Box, 51.
 — *boops*, 51.
 — *salpa*, 52.
 — *vulgaris*, 51.
brachygnathus (*Otolithus*), 44.
 — (*Pseudotolithus*), 44.
Branchiostoma, 6.
 — *lanceolatum*, 6.
 — *lubricum*, 6.
 BRANCHIOSTOMATIDÆ, 6.
Brycinus macrolepidotus, 16.
Büttikoferi (*Ophichthys*), 27.

C

cabrilla (*Perca*), 40.
 — (*Serranus*), 40.
calabaricus (*Hemiramphus*), 30.
camptacanthus (*Barbodes*), 19.
 — (*Barbus*), 19.
 — (*Puntius*), 19.
canariensis (*Corvina*), 42.
 — (*Umbrina*), 44.
Cantharus, 51.
 — *griseus*, 51.
 — *lineatus*, 51.
Capito (*Mugil*), 31.
 CARANGIDÆ, 65.
Carangus (*Caranx*), 66.
 — (*Scomber*), 66.
Caranx, 65.
 — *africanus*, 66.

Caranx alexandrinus, 66.
 — *bicolor*, 66.
 — *carangus*, 66.
 — *crumenophthalmus*, 65.
 — *dentex*, 65.
 — *Dumerili*, 67.
 — *hippos*, 66.
 — *latus*, 66.
 — *luna*, 65.
 — *rhonchus*, 65.
 CENTRARCHIDÆ, 35.
Centronotus vadigo, 69.
cephalus (*Mugil*), 31.
cervinus (*Charax*), 53.
 — (*Sargus*), 53.
Chætodon, 55.
 — *chirurgus*, 58.
 — *Hæstleri*, 55.
 — *punctatus*, 57.
 CHÆTODONTIDÆ, 55.
Chaperi (*Alestes*), 15.
 CHARACINIDÆ, 14.
Charax cervinus, 53.
Cheilodipterus aquila, 42.
Chilomycterus reticulatus, 87.
Chironectes pardalis, 85.
chirurgus (*Acanthurus*), 58.
 — (*Chætodon*), 58.
Chromis Heudeloti, 61.
 — *macrocephalus*, 62.
Chrysichthys macrops, 21.
 — *nigrodigitatus*, 21.
 — *Walkeri*, 21.
chrysurus (*Micropterus*), 67.
 — (*Scomber*), 67.
 CICHLIDÆ, 59.
cirrrosa (*Umbrina*), 44.
cirrosa (*Sciæna*), 44.
Citharinus, 16.
 — *citharus*, 16.
 — *Geoffroyi*, 16.
citharus (*Citharinus*), 16.
 — (*Serrasalmus*), 16.
Clarias, 20.
 — *lazera*, 20.
Clupea, 13.
 — *africana*, 14.
 — *aurita*, 13.
 — *eba*, 13.
 — *encrasicholus*, 12.
 — *maderensis*, 13.
 — *senegalensis*, 13.
 — *setosa*, 13.
 CLUPEIDÆ, 12.
colias (*Scomber*), 70.
Columnæ (*Rhinobatus*), 7.
 — (*Syrrhina*), 7.
conorhynchus (*Albula*), 11.

Corvina, 42.
 — *canariensis*, 42.
 — *nigra*, 42.
 — *nigripinnis*, 43.
 — *nigrita*, 42.
Coryphæna, 72.
 — *hippurus*, 72.
 CORYPHÆNIDÆ, 72.
cosmopolita (*Seriola*), 67.
coubie (*Labeo*), 17.
Crenilabrus, 64.
 — *Bailloni*, 64.
cretensis (*Labrus*), 64.
 — (*Scarus*), 64.
cristatus (*Blennius*), 85.
crumenophthalmus (*Caranx*), 65.
 — (*Scomber*), 65.
Ctenopoma Petherici, 35.
cultrata (*Novacula*), 64.
cultratus (*Xyrichtys*), 64.
Cybium, 71.
 — *tritor*, 71.
Cyclopterus bimaculatus, 84.
Cynoglossus, 78.
 — *goreensis*, 79.
 — *senegalensis*, 78.
 CYPRINIDÆ, 16.
 CYPRINODONTIDÆ, 28.

D

DACTYLOPTERIDÆ, 83.
Dactylopterus, 83.
 — *volitans*, 83.
decadactylus (*Galeoides*), 33.
 — (*Polynemus*), 33.
Decapterus rhonchus, 65.
Dentex, 49.
 — *filosus*, 50.
 — *macrophthalmus*, 50.
 — *maroccanus*, 50.
 — *vulgaris*, 49.
dentex (*Caranx*), 65.
 — (*Salmo*), 14.
 — (*Scomber*), 65.
Diagramma, 47.
 — *macrolepis*, 47.
 — *macrops*, 48.
 — *mediterraneum*, 47.
Diagrammella, 47.
 — *macrops*, 48.
didactylus (*Batrachus*), 85.
Diodon reticulatus, 87.
 DIODONTIDÆ, 87.
Distichodus, 16.
 — *rostratus*, 16.
Drepane, 57.
 — *africana*, 57.

Drepane octofasciata, 57.
 — *punctata*, 57.
dubia (*Sphyræna*), 34.
Dumerili (*Caranx*), 67.
 — (*Seriola*), 67.

E

eba (*Alausa*), 13.
 — (*Clupea*), 13.
 ECHENEIDIDÆ, 80.
Echeneis, 80.
 — *naucrates*, 80.
Ehrenbergi (*Heterotis*), 12.
 — (*Pagrus*), 53.
electricus (*Malopterus*), 23.
 — (*Silurus*), 23.
Eleotris, 79.
 — *senegalensis*, 79.
 ELOPIDÆ, 10.
Elops, 10.
 — *lacerta*, 10.
encrasicholus (*Clupea*), 12.
 — (*Engraulis*), 12.
Engraulis, 12.
 — *encrasicholus*, 12.
Ephippus, 55.
 — *goreensis*, 55.
Epinephelus, 38.
 — *æneus*, 39.
 — *alexandrinus*, 39.
 — *goreensis*, 39.
 — *Nigri*, 38.
 — *tæniops*, 38.
erumei (*Pleuronectes*), 73.
 — (*Psettodes*), 73.
erythrinus (*Pagellus*), 54.
 — (*Sparus*), 54.
Esox vulpes, 11.
Exocætus, 30.
 — *acutus*, 30.
 — *lineatus*, 30.

F

faber (*Zeus*), 72.
falcipinnis (*Mugil*), 32.
fasciata (*Schilbe*), 21.
fasciatus (*Hemichromis*), 59.
fiatola (*Stromateus*), 34.
filamentosus (*Monacanthus*), 86.
filosus (*Dentex*), 50.
Fistularia, 28.
 — *tabaccaria*, 28.
 FISTULARIIDÆ, 28.
Froskali (*Hydrocyon*), 14.

G

- Galeoides*, 33.
 — *decadactylus*, 33.
Geoffroyi (*Citharinus*), 16.
Germo alalonga, 71.
Gerres, 45.
 — *melanopterus*, 45.
 — *octactis*, 45.
 GERRIDÆ, 45.
glauca (*Lichia*), 68.
glaucus (*Lichia*), 68.
 — (*Scomber*), 68.
Glyphidodon, 63.
 — *Hæfleri*, 63.
 GOBIESOCIDÆ, 84.
 GOBIIDÆ, 79.
Gobius, 79.
 — *jozo*, 79.
 — *Kœlreuteri*, 80.
 — *Schlegeli*, 79.
goreensis (*Albula*), 11.
 — (*Cynoglossus*), 79.
 — (*Ephippus*), 55.
 — (*Epinephelus*), 39.
 — (*Pagellus*), 54.
 — (*Serranus*), 39.
 — (*Trachynotus*), 69.
gracilis (*Belone*), 29.
grandisquamis (*Mugil*), 32.
griseus (*Cantharus*), 51.
 — (*Lutjanus*), 41.
 — (*Mesoprion*), 41.
Gruveli (*Barbus*), 17.
 — (*Platycephalus*), 81.
guacamaia (*Pseudoscarus*), 65.
 — (*Scarus*), 65.
Guentheri (*Pseudo-Helotes*), 47.
guile (*Myletes*), 15.
guineensis (*Hemirhombus*), 73.
 — (*Lutjanus*), 41.
guttulatus (*Hippocampus*), 29.
Gymnothorax aser, 27.

H

- Haplochilus*, 28.
 — *senegalensis*, 28.
Hemichromis, 59.
 — *bimaculatus*, 59.
 — *fasciatus*, 59.
Hemiramphus, 30.
 — *calabaricus*, 30.
Hemirhombus, 73.
 — *guineensis*, 73.
 — *Stampfli*, 73.
Heterenchelys, 23.
 — *microphthalmus*, 23.

- Heterotis*, 12.
 — *Ehrenbergi*, 12.
 — *niloticus*, 12.
Heudeloti (*Aluteres*), 86.
 — (*Arius*), 22.
 — (*Chromis*), 61.
 — (*Monacanthus*), 86.
 — (*Tilapia*), 61.
hexophthalma (*Solea*), 75.
Hippocampus, 29.
 — *guttulatus*, 29.
hippos (*Caranx*), 66.
 — (*Scomber*), 66.
hippurus (*Coryphæna*), 72.
hirundo (*Trigla*), 83.
Hæfleri (*Chætodon*), 55.
 — (*Glyphidodon*), 63.
 — (*Mugil*), 32.
Holocentrus surinamensis, 38.
Hydrocyon, 14.
 — *Forskali*, 14.

I

- impar* (*Solea*), 75.
Iserti (*Pellona*), 14.

J

- Jentinki* (*Paratilapia*), 59.
 — (*Pelmatochromis*), 59.
Johnius niger, 42.
jozo (*Gobius*), 79.
Jubelini (*Pristipoma*), 45.

K

- Kingsleyæ* (*Anabas*), 35.
 — (*Ctenopoma*), 35.
Kœlreuteri (*Gobius*), 80.
 — (*Periophthalmus*), 80.
Kotschyi (*Alestes*), 15.

L

- Labeo*, 16.
 — *coubie*, 16.
 — *senegalensis*, 17.
 LABRIDÆ, 64.
Labrus cretensis, 64.
lacerta (*Elops*), 10.
lævigatus (*Lagocephalus*), 86.
 — (*Tetrodon*), 86.
Lagocephalus lævigatus, 86.
lanceolatum (*Branchiostoma*), 6.
lanceolatus (*Amphioxus*), 6.
 — (*Limax*), 6.
Lapradei (*Polypterus*), 10.

- Lascaris* (*Pleuronectes*), 75.
 — (*Solea*), 75.
Lates, 41.
 — *niloticus*, 41.
laticutatus (*Arius*), 22.
latus (*Caranx*), 66.
lazera (*Clarias*), 20.
Lepadogaster, 84.
 — *bimaculatus*, 84.
lepturus (*Trichiurus*), 72.
Lethrinus, 53.
 — *atlanticus*, 53.
Lichia, 68.
 — *amia*, 68.
 — *glauca*, 68.
 — *glaucus*, 68.
 — *vadigo*, 69.
Limax lanceolatus, 6.
lineatus (*Cantharus*), 51.
 — (*Exocætus*), 30.
 — (*Sparus*), 51.
Lobotes, 38.
 — *auctorum*, 38.
 — *surinamensis*, 38.
 LOBOTIDÆ, 38.
lubricum (*Branchiostoma*), 6.
lutea (*Solea*), 75.
luteus (*Microchirus*), 75.
 — (*Pleuronectes*), 75.
Lutjanus, 41.
 — *agennes*, 41.
 — *griseus*, 41.
 — *guineensis*, 41.
luna (*Caranx*), 65.

M

- macrocephala* (*Tilapia*), 62.
macrocephalus (*Chromis*), 62.
 — (*Melanogenes*), 62.
macrolepidotus (*Alestes*), 16.
 — (*Brycinus*), 16.
macrolepis (*Diagramma*), 47.
macrophthalmus (*Denex*), 50.
 — (*Sparus*), 50.
macrops (*Chrysichthys*), 21.
 — (*Diagrammella*), 48.
madeirensis (*Rhombus*), 74.
maderensis (*Clupea*), 13.
Malopterurus, 23.
 — *electricus*, 23.
mancus (*Pleuronectes*), 74.
 — (*Rhomboidichthys*), 74.
margarita (*Trygon*), 9.
marmorata (*Torpedo*), 8.
maroccanus (*Dentex*), 50.
mauritanicus (*Panturichthys*), 25.
m'baoensis (*Solea*), 75.

mediterraneum (*Diagramma*), 47.

Meeki (*Tilapia*), 63.

Megalops, 11.

— *atlanticus*, 11.

— *thrissoides*, 11.

melanochira (*Solea*), 74.

Melanogenes macrocephalus, 62.

— *microcephalus*, 61.

melanopleura (*Tilapia*), 62.

melanopterus (*Gerres*), 45.

melanurus (*Smaris*), 51.

Meletta senegalensis, 13.

Mesoprion griseus, 41.

microcephalus (*Melanogenes*), 61.

Microchirus luteus, 75.

microchirus (*Seserinus*), 34.

— (*Stromateus*), 34.

microphthalmus (*Heterenchelys*), 23.

Micropteryx chrysurus, 67.

miraleus (*Raja*), 7.

Monacanthus, 86.

— *filamentosus*, 86.

— *Heudeloti*, 86.

— *setifer*, 86.

mormyrus (*Pagellus*), 84.

— (*Sparus*), 84.

Morone, 38.

— *punctata*, 38.

Mugil, 31.

— *auratus*, 31.

— *capito*, 31.

— *cephalus*, 31.

— *falcipinnis*, 32.

— *grandisquamis*, 32.

— *Hœfleri*, 32.

— *Schlegeli*, 32.

MUGILIDÆ, 31.

MULLIDÆ, 54.

Mullus, 54.

— *sumuletus*, 54.

Muraena, 27.

— *afra*, 27.

MURÆNIDÆ, 27.

Myletes baremose, 15.

— *guik*, 15.

— *nurse*, 15.

MYLIOBATIDÆ, 10.

myrias (*Trachynotus*), 69.

mystus (*Schilbe*), 21.

— (*Sihurus*), 21.

N

narce (*Torpedo*), 8.

naucratus (*Echeneis*), 80.

nebulosus (*Otolithus*), 44.

Nerophis, 29.

— *ophidion*, 29.

nalnal (*Sparactodon*), 68.

niger (*Johnius*), 42.

nigra (*Corvina*), 42.

Nigri (*Epinephelus*), 38.

— (*Serranus*), 38.

nigripinnis (*Corvina*), 43.

nigrita (*Corvina*), 42.

nigrodigitatus (*Chrysichthys*), 21.

— (*Pimelodus*), 21.

nigromaculata (*Synaptura*), 77.

nilotica (*Perca*), 41.

niloticus (*Heterotis*), 12.

niloticus (*Lates*), 41.

— (*Salmo*), 15, 16.

— (*Sudis*), 12.

NOTOPTERIDÆ, 12.

Notopterus, 12.

— *afer*, 12.

Novacula, 64.

— *cultrata*, 64.

nurse (*Alestes*), 15.

— (*Myletes*), 15.

O

octactis (*Gerres*), 45.

octofasciata (*Drepane*), 57.

odoë (*Salmo*), 14.

— (*Sarcodaces*), 14.

— (*Xiphorhynchus*), 14.

Ophichthys, 27.

— *Büttikoferi*, 27.

Ophidion (*Nerophis*), 29.

— (*Syngnathus*), 29.

OSTEOGLOSSIDÆ, 12.

Otolithus, 43.

— *brachygnathus*, 44.

— *nebulosus*, 44.

— *senegalensis*, 43.

ovatus (*Gasterosteus*), 69.

— (*Trachynotus*), 69.

P

Pagellus, 54.

— *canariensis*, 54.

— *erythrinus*, 54.

— *goreensis*, 54.

— *mormyrus*, 54.

Pagrus, 53.

— *auriga*, 53.

— *Ehrenbergi*, 53.

Panturichthys, 25.

— *mauritanicus*, 25.

papilio (*Periophthalmus*), 80.

pardalis (*Antennarius*), 85.

— (*Chironectes*), 85.

Parakuhlia, 35.

Parakuhlia Boulengeri, 36.

Paratilapia Jentinkii, 59.

pastinaca (*Raja*), 9.

— (*Trygon*), 9.

pelagicus (*Syngnathus*), 28.

Pelamys, 71.

— *sarda*, 71.

Peli (*Rhinoptera*), 10.

Pellona, 14.

— *africana*, 14.

— *Iserti*, 14.

Pellonula, 13.

— *vorax*, 13.

Pelmatochromis Jentinki, 59.

Pentaneumus, 33.

— *quinquarius*, 33.

Perca cabrilla, 40.

— *nilotica*, 41.

— *saltatrix*, 68.

— *scriba*, 60.

Periophthalmus, 80.

— *Kœlreuteri*, 80.

— *papilio*, 80.

Peroteti (*Pristipoma*), 46.

Petherici (*Ctenopoma*), 35.

Pimelodus nigrodigitatus, 21.

PLATYCEPHALIDÆ, 81.

Platycephalus, 81.

— *Gruveli*, 81.

Platyrrhina Schænleini, 8.

Pleuronectes erumei, 73.

— *luteus*, 75.

— *mancus*, 74.

PLEURONECTIDÆ, 73.

polydactylus (*Polynemus*), 33.

POLYNEMIDÆ, 32.

Polynemus, 32.

— *decadactylus*, 33.

— *polydactylus*, 33.

— *quadrifilis*, 32.

POLYPTERIDÆ, 10.

Polypterus, 10.

— *Lapradei*, 10.

POMACENTRIDÆ, 63.

prayensis (*Pseudupeneus*), 54.

— (*Upeneus*), 54.

Pristipoma, 45.

— *Bennetti*, 46.

— *Jubelini*, 45.

— *Peroteti*, 46.

— *Rangi*, 46.

— *ronchus*, 46.

— *suillum*, 46.

PRISTIPOMATIDÆ, 45.

Psettodes, 73.

— *erumei*, 73.

Psettus, 55.

— *Sebæ*, 55.

Pseudo-Helotes Guentheri, 47.
Pseudoscarus, 65.
 — *guacamaia*, 65.
Pseudotolithus brachygnathus, 43.
 — *typus*, 43.
Pseudupeneus prayensis, 54.
punctata (*Drepane*), 57.
 — (*Morone*), 38.
 — (*Sciæna*), 38.
punctatissima (*Synaptura*), 77.
punctatus (*Chætodon*), 57.
Puntius camptacanthus, 19.
 — *trispilos*, 18.
pustulatus (*Arothron*), 87.
 — (*Tetrodon*), 87.

Q

quadrifilis (*Polynemus*), 32.
quinquepunctata (*Barbus*), 18.
quinquarius (*Pentanemus*), 33.

R

Raja, 7.
 — *miraletus*, 7.
 RAJIDÆ, 7.
Rangi (*Pristipoma*), 46.
reticulatus (*Chilomycterus*), 87.
 — (*Diodon*), 87.
 RHINOBATIDÆ, 7.
Rhinobatus, 7.
 — *Columnæ*, 7.
Rhinoptera, 10.
 — *Peli*, 10.
rhomboides (*Trachinotus*), 69.
Rhomboidichthys, 74.
 — *mancus*, 74.
Rhombus madeirensis, 74.
rhonchus (*Caranx*), 65.
 — (*Decapterus*), 65.
Rondeleti (*Sargus*), 52.
ronchus (*Pristipoma*), 46.
 — (*Umbrina*), 45.
rostratus (*Distichodus*), 16.

S

sacer (*Anthias*), 40.
Salmo dentex, 14.
 — *niloticus*, 15, 16.
 — *odoë*, 14.
salpa (*Box*), 52.
 — (*Sparus*), 52.
saltator (*Temnodon*), 68.
saltatrix (*Perca*), 68.
Sarcodaces, 14.
 — *odoë*, 14.

sarda (*Pelamys*), 71.
 — (*Scomber*), 71.
Sardinella aurita, 13.
Sargus, 52.
 — *Bellottii*, 52.
 — *cervinus*, 53.
 — *Rondeleti*, 52.
 — *vulgaris*, 52.
scaber (*Uranoscopus*), 84.
 SCARIDÆ, 64.
Scarus, 64.
 — *cretensis*, 64.
Scarus guacamaia, 65.
schall (*Silurus*), 23.
 — (*Synodontis*), 23.
Schilbe, 21.
 — *fasciata*, 21.
 — *mystus*, 21.
 — *senegalensis*, 21.
 — *senegallus*, 21.
Schlegeli (*Gobius*), 79.
 — (*Mugil*), 32.
Schænleini (*Platyrrhina*), 8.
Sciæna, 42.
 — *aquila*, 42.
 — *cirrosa*, 44.
 — *punctata*, 38.
 SCIÆNIDÆ, 42.
Scomber, 70.
 — *alatunga*, 71.
 — *amia*, 68.
 — *carangus*, 66.
 — *chrysurus*, 67.
 — *colias*, 70.
 — *crumenophthalmus*, 65.
 — *dentex*, 65.
 — *glaucus*, 68.
 — *hippos*, 66.
 — *sarda*, 71.
 SCOMBRESOCIDÆ, 29.
 SCOMBRIDÆ, 70.
Scorpena, 81.
 — *ustulata*, 81.
 SCORPENIDÆ, 81.
 SCORPIDIDÆ, 55.
scriba (*Perca*), 40.
 — (*Serranus*), 40.
Scyris alexandrina, 66.
Sebæ (*Psethus*), 55.
senegalensis (*Alosa*), 13.
 — (*Arelia*), 78.
 — (*Belone*), 30.
 — (*Clupea*), 13.
 — (*Cynoglossus*), 78.
 — (*Eleotris*), 79.
 — (*Haplochilus*), 28.
 — (*Labeo*), 16.
 — (*Meletta*), 13.

senegalensis (*Otolithus*), 43.
 — (*Schilbe*), 21.
 — (*Solea*), 74.
senegallus (*Schilbe*), 21.
Seriola, 76.
 — *cosmopolita*, 67.
 — *Dumerili*, 67.
 SERRANIDÆ, 38.
Serranus, 40.
 — *æneus*, 39.
 — *alexandrinus*, 39.
 — *cabrilla*, 40.
 — *goreensis*, 39.
 — *Nigri*, 38.
 — *scriba*, 40.
 — *tæniops*, 39.
serrasalmus (*Citharus*), 16.
setifer (*Monacanthus*), 86.
setipinnis (*Argyreiosus*), 67.
 — (*Zeus*), 67.
setosa (*Clupea*), 13.
 SILURIDÆ, 20.
Silurus electricus, 23.
 — *mystus*, 21.
 — *schall*, 23.
Smaris, 51.
 — *melanurus*, 51.
Solea, 74.
 — *hexophthalma*, 76.
 — *impar*, 76.
 — *lascaris*, 76.
 — *lutea*, 76.
 — *m'baoensis*, 75.
 — *melanochira*, 74.
 — *senegalensis*, 74.
 — *triophthalma*, 76.
 — *vulgaris*, 74.
Sparactodon nainal, 68.
 SPARIDÆ, 49.
Sparus boops, 51.
 — *erythrinus*, 54.
 — *lineatus*, 51.
 — *macrophthalmus*, 50.
 — *mormyrus*, 54.
 — *salpa*, 52.
Sphyræna, 33.
 — *dubia*, 34.
 — *vulgaris*, 33.
 SPHYRÆNIDÆ, 33.
Stampfli (*Hemirhombus*), 73.
Steindachneri (*Barilius*), 19.
Stromateus, 34.
 — *fiatola*, 34.
 — *microchirus*, 34.
 STROMATEIDÆ, 34.
suillum (*Pristipoma*), 46.
surinamensis (*Holocentrus*), 38.
 — (*Lobotes*), 38.

surmuletus (Mullus), 54.
Synaptura, 77.

— *nigromaculata*, 77.
 — *punctatissima*, 77.

SYNGNATHIDÆ, 28.

Syngnathus, 28.

— *ophidion*, 29.
 — *pelagicus*, 28.

Synodontis, 23.

— *schall*, 23.

Syrrhina Columnæ, 7.

T

tabaccaria (Fistularia), 28.

tæniops (Epinephelus), 39.

— (*Serranus*), 39.

Tarpon atlanticus, 11.

Temnodon, 68.

— *saltator*, 68.

tentacularis (Blennius), 84.

Tetrodon, 86.

— *lævigatus*, 86.

— *pustulatus*, 87.

TETRODONTIDÆ, 86.

thrissoïdes (Megalops), 11.

thunnina (Thynnus), 70.

Thynnus, 70.

— *alalunga*, 71.

— *thunnina*, 70.

Tilapia, 61.

— *Heudeloti*, 61.

— *macrocephala*, 62.

— *Meeki*, 63.

TORPEDINIDÆ, 8.

Torpedo, 8.

— *marmorata*, 8.

— *narce*, 8.

Trachynotus, 69.

— *goreensis*, 69.

— *myrias*, 69.

— *ovatus*, 69.

— *rhomboides*, 69.

TRICHIURIDÆ, 72.

Trichiurus, 72.

— *lepturus*, 72.

Trigla, 83.

— *hirundo*, 83.

— *volitans*, 83.

TRIGLIDÆ, 83.

triophthalma (Solea), 75.

trispilos (Barbodes), 18.

— (*Puntius*), 18.

trispilus (Barbus), 18.

tritor (Cybium), 71.

Trygon, 9.

— *margarita*, 9.

— *pastinaca*, 9.

TRYGONIDÆ, 9.

typus (Pseudolithus), 43.

U

Umbrina, 44.

— *canariensis*, 44.

— *cirrrosa*, 44.

— *ronchus*, 45.

Upeneus, 54.

Upeneus prayensis, 54.

URANOSCOPIDÆ, 44.

Uranoscopus, 44.

— *scaber*, 44.

ustulata (Scorpæna), 81.

V

vadigo (Centronotus), 69.

— (*Lichia*), 69.

volitans (Dactylopterus), 83.

— (*Trigla*), 83.

vorax (Pellonula), 13.

vulgaris (Box), 51.

— (*Dentex*), 49.

— (*Sargus*), 52.

— (*Solea*), 74.

— (*Sphyræna*), 33.

vulpes (Esox), 11.

W

Walkeri (Chrysichthys), 21.

X

Xiphorhynchus odoë, 14.

Xyrichthys cultratus, 64.

Z

ZEIDÆ, 72.

Zeus, 72.

— *faber*, 72.

— *setipinnis*, 67.

INDEX ALPHABÉTIQUE DES NOMS FRANÇAIS

A

Acanthure chirurgien, 59.

Aigle, 42.

Aleste, 15.

— nurse, 15.

Alose éba, 13.

Amphioxus lancéolé, 7.

Anabas, 35.

Anchois vulgaire, 12.

Anthias sacré, 40.

Arius à large bouclier, 22.

— d'Heudelot, 22.

B

Barbeau, 17, 18, 19.

Barbier, 40.

Bar tacheté, 38.

Batrachioïde didactyle, 85.

— tau, 85.

Blennie tentaculaire, 84.

Blépharis d'Alexandrie, 67.

Bogue commun, 51.

Borragat, 44.

Brochet de mer, 33.

C

Brycin à grandes écailles, 16.

Butirin, 11.

Canthère gris, 51.

Carangue, 65.

— lune, 65.

Carpe, 61.

Ceinture d'argent, 72.

Chétodon, 55.

Chironecte panthère, 85.

Chromis, 61.

Chrysichthys, 21.
Citharine, 16.
Corb à nageoires noires, 43.
— de Nigritie, 42.
— noir, 42.
Coryphène hippurus, 72.
Crénilabre de Baillon, 64.
Cynoglosse de Gorée, 79.

D

Dactyloptère volant, 83.
Denté à filets, 51.
— aux gros yeux, 50.
— du Maroc, 50.
— ordinaire, 49.
Diagramme méditerranéen, 46.
Distichode, 16.
Drépane ponctuée, 58.

E

Echénéis, 80.
Eleotris du Sénégal, 79.
Elope lézard, 11.
Exocet à museau effilé, 30.
— rayé, 30.

F

Fistulaire, 20.

G

Germon, 71.
Gérres, 45.
Gobie à haute dorsale, 79.
Grande écaille, 11.
Grondin, 83.

H

Haplochile du Sénégal, 28.
Harmouth, 20.
Hemichromis à deux taches, 59.
— fascié, 59.
Hémirampe, 30.
Hémirhombe de Guinée, 73.
Hétérotis du Nil, 12.
Hippocampe moucheté, 29.
Hirondelle de mer, 83.
Hydrocyon de Forskal, 14.

L

Labéon, 17.
— coubie, 17.

Lethrin de l'Atlantique, 53.
Liche amie, 69.
— glycos, 69.
— vadigo, 69.
Lobotes de Surinam, 38.
Lutjan, 41.

M

Maigre commun, 42.
Maloptérure électrique, 23.
Maquereau, 70.
Mégaloce de l'Atlantique, 11.
Mélette du Sénégal, 13.
Mérou le Gorée, 39.
Mésoprion gris, 41.
Microchire jaune, 77.
Monacanthé, 86.
— d'Heudelot, 86.
Muge à grandes écailles, 32.
— capiton, 31.
— céphale, 31.
— doré, 31.
Murène africaine, 27.

N

Nérophis ophidion, 29.
Notoptère, 12.

O

Ombrine commune, 44.
— ronfleuse, 45.
Orphie, 29.
— de fleuve, 30.
— du Sénégal, 30.
Otolithe brachygnathe, 44.
— du Sénégal, 44.

P

Pagel commun, 54.
— érythrin, 54.
— mormyre, 54.
Pagre, 53.
Pastenague commune, 9.
Pélamide commune, 7.
— sarde, 71.
Pellone africaine, 14.
Perche du Nil, 41.
Périophtalme papillon, 80.
Picarel à queue noire, 51.
Platycéphale, 81, 82.
Poisson Saint-Pierre, 72.
Polynème à quatre fils, 32.

Polyptère de Laprade, 10.
Pristipome à groin de cochon, 46.
— de Bennett, 46.
— de Jubelin, 45.
— de Pérotet, 46.
— ronfleur, 46.
Psettus de Séba, 55.
Pseudoscara, 65.

R

Raie miraillet, 7.
Rason ordinaire, 63.
Rhinobate de Colonna, 7.
Ronfleur, 46.
Rouget barbet, 54.

S

Sar, 52.
Sardine, 13.
Sardinelle auriculée, 13.
Sargue cervin, 53.
— de Rondelet, 52.
— ordinaire, 52.
Saupe, 52.
Scare des mers de Grèce, 64.
Schall, 23.
Schilbé à large tête, 21.
Sciène, 42.
Scombre colias, 70.
Scorpène pustuleuse, 81.
Sérieole cosmopolite, 67.
— de Duméril, 67.
Serran airain, 39.
— cabrille, 40.
— écriture, 40.
Sole à trois points, 76.
— à six yeux, 76.
— commune, 74.
— du Sénégal, 74.
— lascaris, 76.
Sphyrène, 33, 34.
Stromée fiatole, 34, 35.
— microchire, 34, 35.
— séserin, 34, 35.
Surmulet, 54.
Syngnathe, 29.
Synodonté, 23.

T

Tarpon, 11.
Témnodon sauteur, 68.
Tétrodon, 86.
Thon blanc, 71.
Thonine, 71.

Tilapie, 61.
 — à flancs noirs, 62.
 — à grosse tête, 62.
 — d'Heudelot, 61.
 Torpille à taches, 8.
 — marbrée, 8.
 Trachinote, 69.
 — de Gorée, 69.

Trachinote myriade, 70.
 Trichiure lepture, 72.
 Trigle, 83.
 Trygon, 11.

U

Uranoscope rat, 84.

X

Xyphorhynque odoë, 14.

Z

Zée forgeron, 72.

INDEX ALPHABÉTIQUE DES NOMS INDIGÈNES

A

Aboli, 20.
Abovedjé, 62, 63.
Adiabété, 14.
Aflèmd, 73.
Agnou-guélé, 36.
Ammé, 59.
Aniato, 41.
Anjova, 68.
Aïoupouké, 16.
Apouauré, 62.
Apouavé, 47.
Assocoua, 66.
Assuifékouindro, 80.
Avo, 10.

B

Baïla, 38.
Bakhéyakhé, 14.
Bampé, 13.
Bariaké, 71.
Becuda, 33.
Bécune, 34.
Berrugato, 45.
Bobo, 44.
Boga, 54.
Boiacu, 87.
Bouboué, 45.
Bouda, 79.
Bouébouésina, 66.
Boularété, 77.
Bounbann, 28.
Bozou, 33.
Bréa, 54.
Burta, 53.
Burro, 47.

C

Cabesote, 71.
Cabiassa, 45.
Cachucho, 50.
Canela, 49.
Carangue, 66.
Carcar, 45.
Carita, 71.
Cavalla, 70.
Cherne, 39.
Chicharro-amoré, 65.
Chicharro-pretto, 65.
Choppa, 51.
Chucho, 9.
Cjoua poté, 12.
Corbinate, 42.
Coroi, 46.
Cottro, 66.
Coubia, 69.
Coucourou, 32.
Courbina, 44.
Croco, 45.
Curbina, 42.

D

Dambé, 49.
Damengo, 55.
Débélé, 58.
Deur, 31.
Dialakar, 39.
Diep laf, 83.
Dieunar, 81.
Dieu Verh, 41.

E

Ebèla, 44.
Ebra, 50.

Ecouano, 34.
Ediaoua, 41.
Egourou, 42.
Ekondo, 71.
Ekoudji, 17.
Ekoulou, 44.
Elingé, 13.
Elingéné, 13.
Enha, 21.
Eoué, 13.
Espada, 72.
Etampa, 58.
Etauboué, 64.
Etrofouré, 59.

F

Feteu, 44.
Fureira, 54.

G

Garopa, 40.
 — *incarnada*, 39.
 — *pretto*, 39.
Gio, 31.
Gnoué, 7.
Gouabounda, 58.
Goubah, 38.
Gouébanda, 57.
Guaréis, 55.
Gueit bouniou, 71.

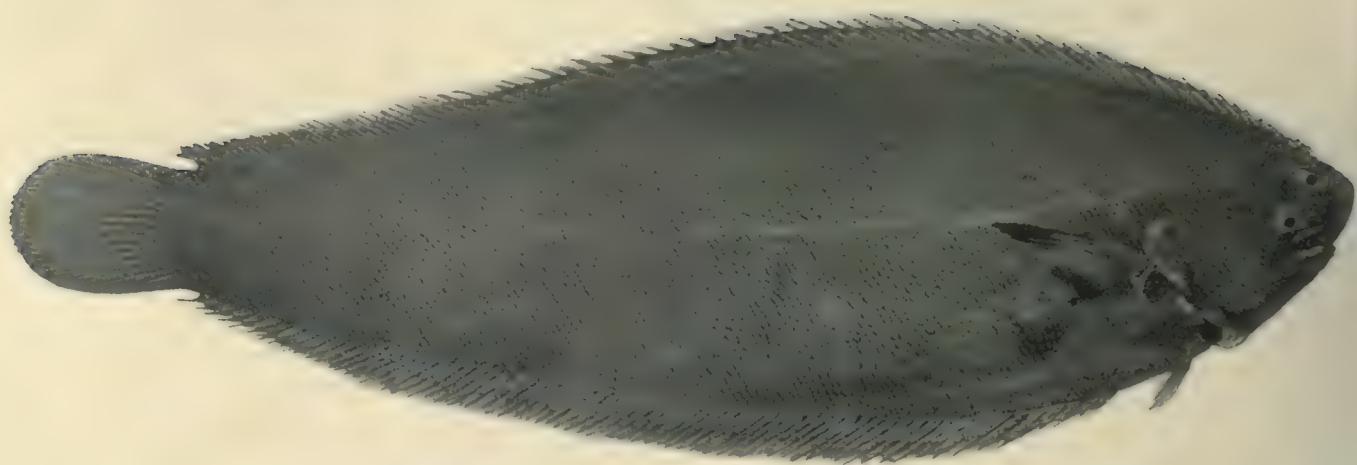
I

Ikondo, 11.

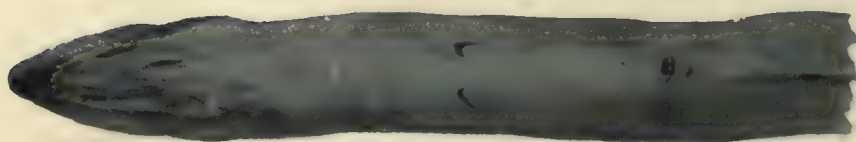
J <i>Juden</i> , 70.	N' <i>N'combé</i> , 41. <i>Ndiané</i> , 32. <i>N'gaoua</i> , 69. <i>N'gotte</i> , 68. <i>Nianga</i> , 10. <i>Niouma</i> , 9. <i>N'kaoua</i> , 67. <i>N'kounga</i> , 11. <i>Nocrou</i> , 30. <i>Nono</i> , 21. <i>N'tièna</i> , 33.	S <i>Saka</i> , 70. <i>Salenca</i> , 52. <i>Salmonete</i> , 54. <i>Salte</i> , 61. <i>Sama</i> , 49. <i>Sama de ley</i> , 50. <i>Sambasalel</i> , 30. <i>Sangi</i> , 32. <i>Sanous</i> , 33. <i>Sardinha</i> , 13. <i>Saute</i> , 66. <i>See leutch</i> , 15. <i>Seifia</i> , 52. <i>Songouancoucou</i> , 58. <i>Sife</i> , 67. <i>Silinka</i> , 71. <i>Soo-mar</i> , 16. <i>Sope n'gané</i> , 38.
K <i>Kabalué</i> , 66. <i>Kaiéré</i> , 45. <i>Kakabé</i> , 16. <i>Kakatréguey</i> , 66. <i>Kala</i> , 23. <i>Kayangé</i> , 18. <i>Kéassi</i> , 45. <i>Kéké</i> , 21. <i>Kéni</i> , 10. <i>Koloangoué</i> , 22. <i>Kondro</i> , 21. <i>Kongo</i> , 22. <i>Koroy</i> , 45. <i>Koua-Koua</i> , 78. <i>Koui</i> , 42. <i>Kouomi</i> , 66. <i>Koundou-Koundé</i> , 80. <i>Kouzo</i> , 45.	O <i>Ocoua-bei</i> , 43. <i>Ogombé</i> , 41. <i>Ogombo gaoua</i> , 66. <i>Ogouéré</i> , 77. <i>Orovo</i> , 87. <i>Osaka mbéré</i> , 14. <i>Ossolo okouara</i> , 72. <i>Ouéka</i> , 14. <i>Ouéti</i> , 14. <i>Oumininbokoré</i> , 30. <i>Oundango</i> , 8.	T <i>Taco-taco</i> , 51. <i>Taïna</i> , 31. <i>Taka</i> , 59. <i>Tanet</i> , 66. <i>Tévét</i> , 69. <i>Ticotico</i> , 54. <i>Tioff</i> , 39. <i>Totobiatcho</i> , 33. <i>Toua</i> , 31. <i>Tremblador</i> , 8. <i>Tremelga</i> , 8.
L <i>Lati</i> , 14. <i>Lavranche</i> , 31, 32. <i>Lèvé</i> , 32. <i>Linguado</i> , 73, 74, 76. <i>Lirio</i> , 69. <i>Lolo</i> , 13. <i>Lysa</i> , 10.	P <i>Papayo</i> , 73. <i>Pargo</i> , 53. <i>Pedadore</i> , 40. <i>Pegador</i> , 80. <i>Peixe burro</i> , 47. — <i>galo</i> , 86. <i>Poco</i> , 33.	V <i>Vaqueta</i> , 40. <i>Volador</i> , 30.
M <i>Mangeyakhé</i> , 33. <i>Maroyé</i> , 59. <i>Marquita</i> , 52. <i>M'bégi</i> , 11. <i>M'béré</i> , 13. <i>M'bet</i> , 16. <i>M'boïjo</i> , 32. <i>Melusa</i> , 43. <i>Merma</i> , 43. <i>Meyiéré</i> , 79. <i>Missanbi</i> , 80. <i>M'poi</i> , 34.	Q <i>Quissenca</i> , 50. R <i>Raïa</i> , 7. <i>Rajh-rajh-djadi</i> , 15. <i>Rascassio</i> , 81. <i>Rhap</i> , 10. <i>Roncador</i> , 46. <i>Roumatch</i> , 44. <i>Rubio</i> , 83.	Y <i>Yaboy</i> , 13. <i>Yana</i> , 7. <i>Yokayakhé</i> , 44. <i>Yos</i> , 13. <i>Yourouboy</i> , 46. <i>Youfief</i> , 54.
N <i>Namfalé</i> , 12. <i>Narangeit</i> , 83.		Z <i>Zozo troluè</i> , 30.

LISTE DES FIGURES

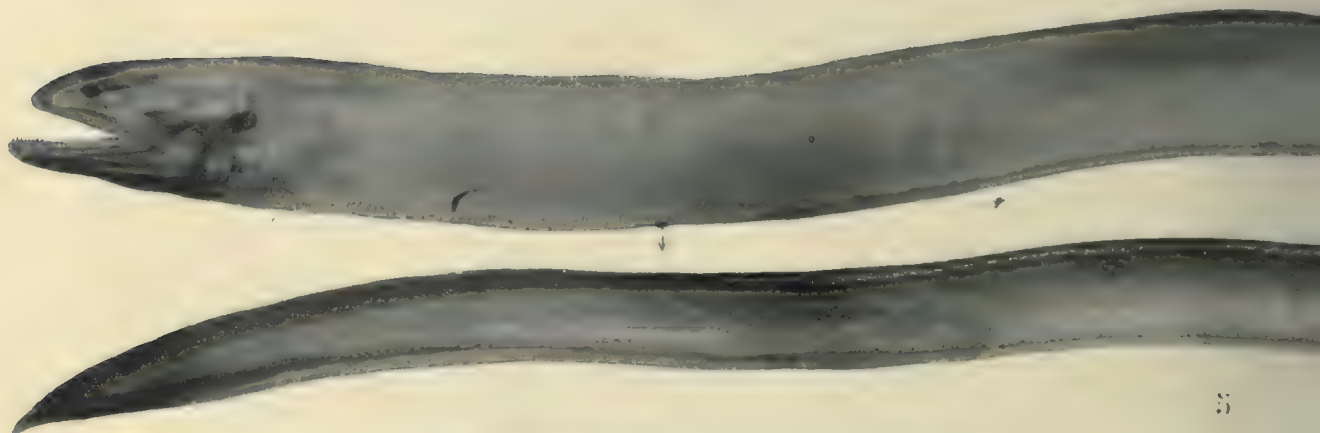
Fig. 1. — <i>Trygon margarita</i> Günther.....	9
Fig. 2. — <i>Barilius Steindachneri</i> Pellegrin.....	19
Fig. 3. — Dentition d' <i>Heterenchelys microphthalmus</i> Regan.....	24
Fig. 4. — Dentition de <i>Panturichthys mauritanicus</i> Pellegrin.....	26
Fig. 5. — Appareil digestif du <i>Panturichthys mauritanicus</i> Pellegrin.....	26
Fig. 6. — Tête de <i>Dentex vulgaris</i> C. V. des Canaries avec gibbosité frontale.....	49
Fig. 7. — <i>Ephippus goreensis</i> C. V. adulte à dorsale prolongée.....	56
Fig. 8. — <i>Ephippus goreensis</i> C. V. jeune.....	57
Fig. 9. — <i>Drepane punctata</i> var. <i>africana</i> Osorio, individu moyen.....	58
Fig. 10. — <i>Drepane punctata</i> var. <i>africana</i> Osorio, jeune.....	58
Fig. 11. — <i>Tilapia macrocephala</i> Bleeker à caudale mutilée.....	62
Fig. 12. — <i>Trachynotus myrias</i> C. V.....	70
Fig. 13. — <i>Synaptura punctatissima</i> var. <i>nigromaculata</i> Pellegrin.....	78
Fig. 14. — Tête de <i>Platycephalus Gruveli</i> vue au-dessus.....	81
Fig. 15. — <i>Platycephalus Gruveli</i> Pellegrin.....	82



1



5 a

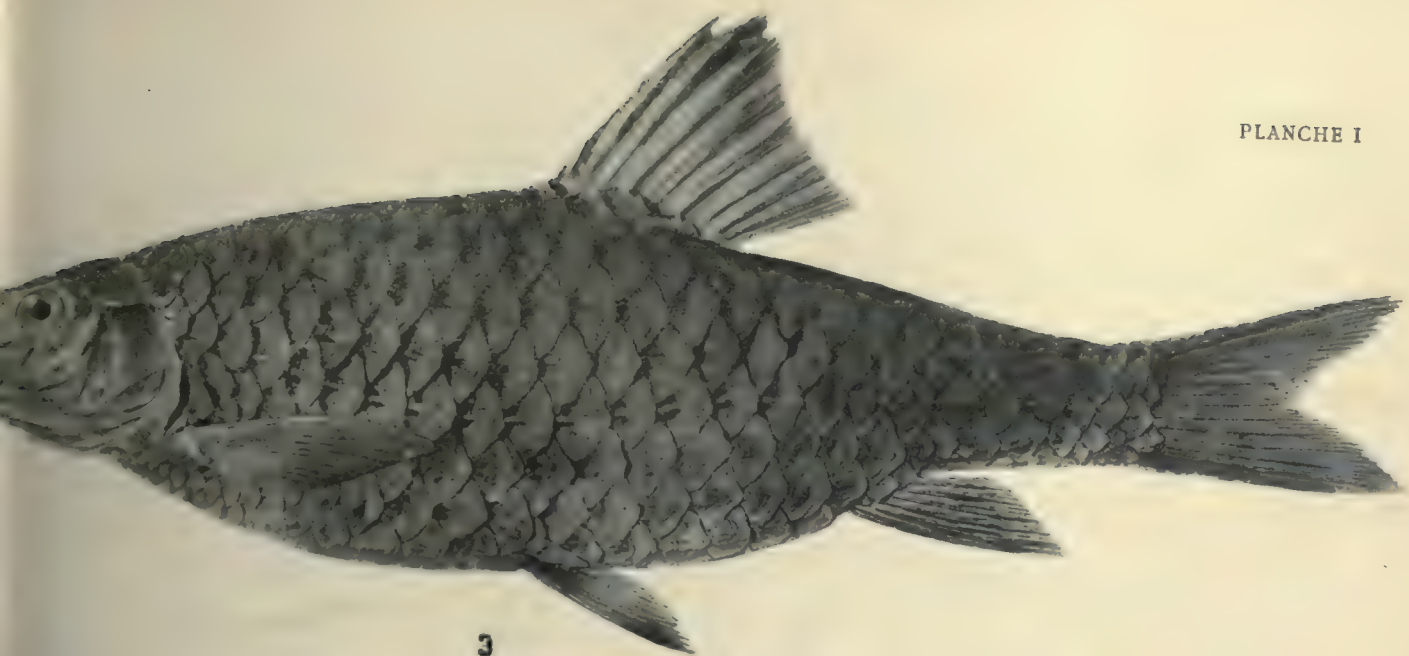


5

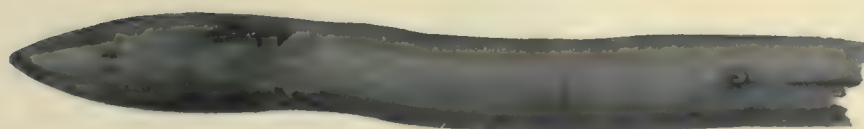
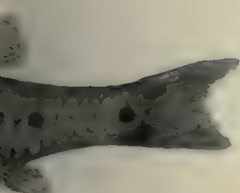
L. Bideault del

1. *Solea senegalensis* KAUP var. *m'baoensis* PELLEGRIN. — 2. *Barbus*

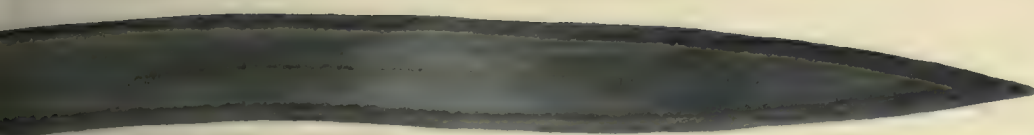
4. *Heterenchelys microphthalmus* REGAN. — 4 a. *id.* face inférieure



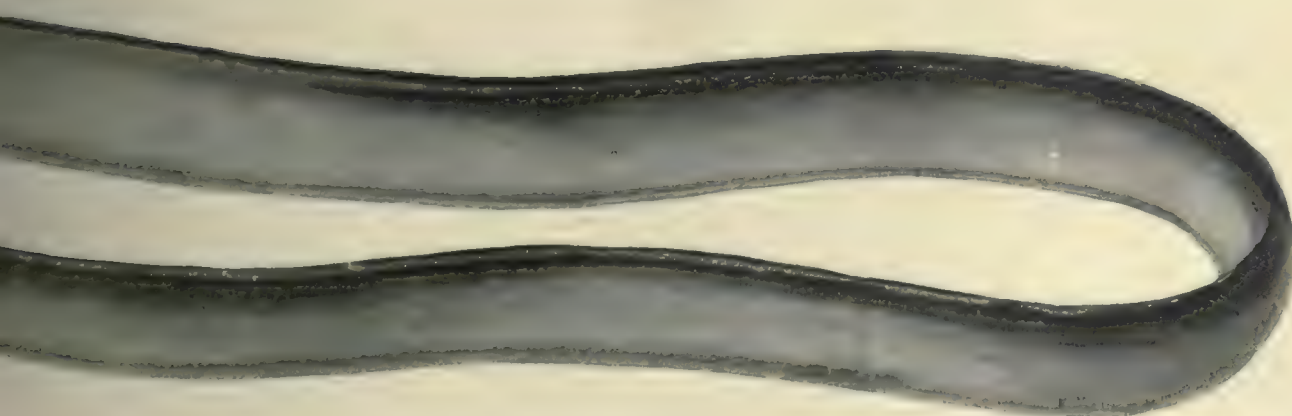
3

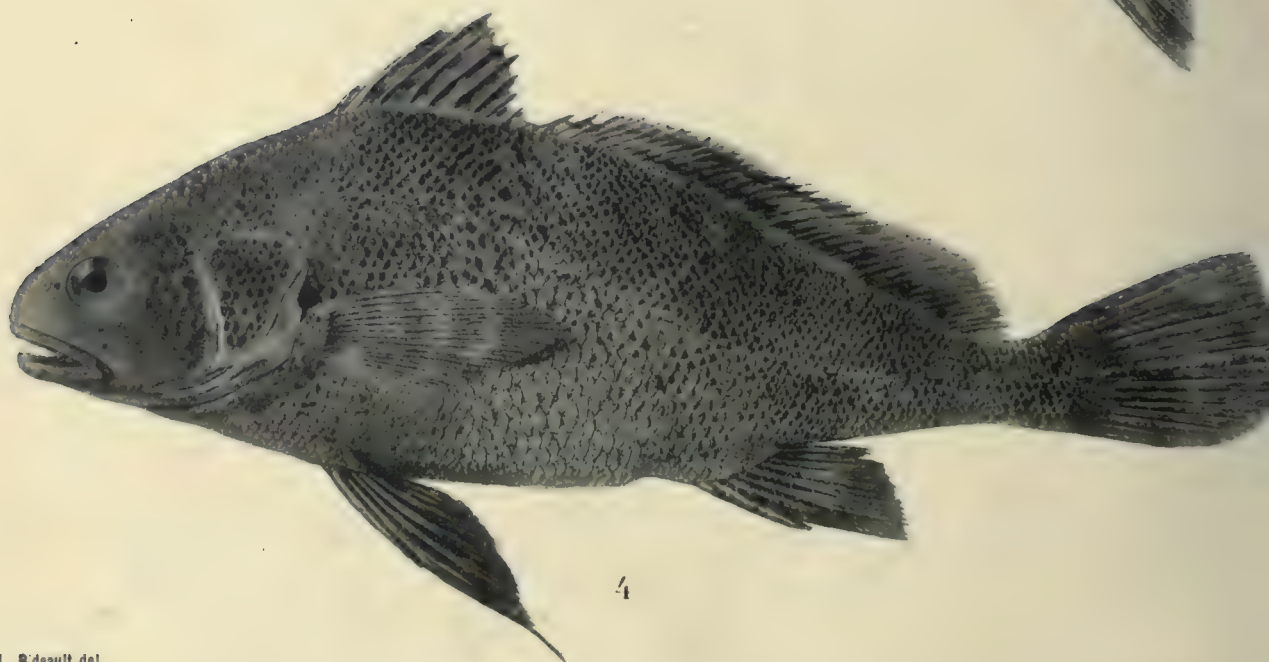


4 a



4

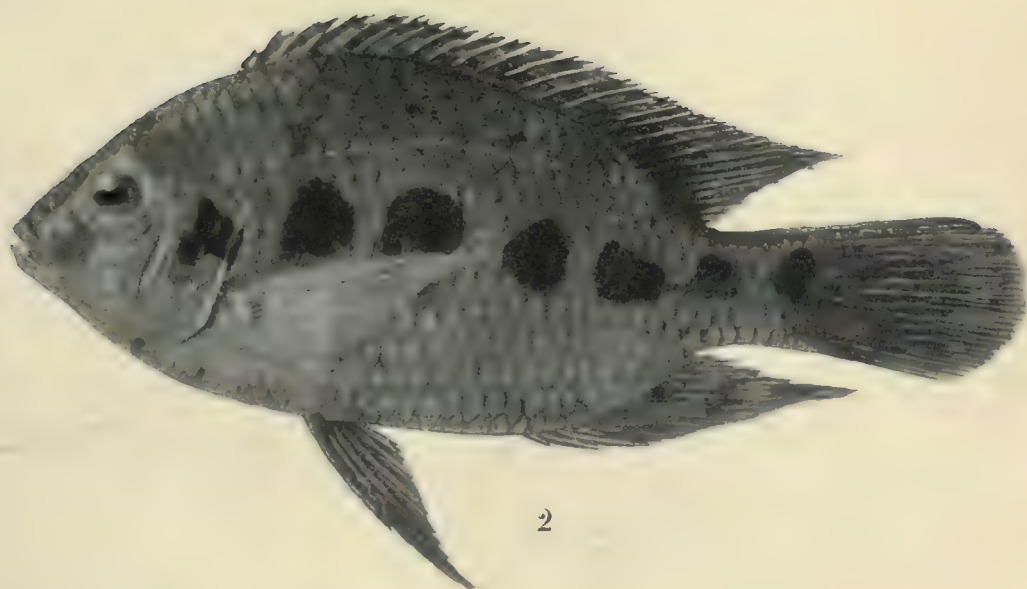




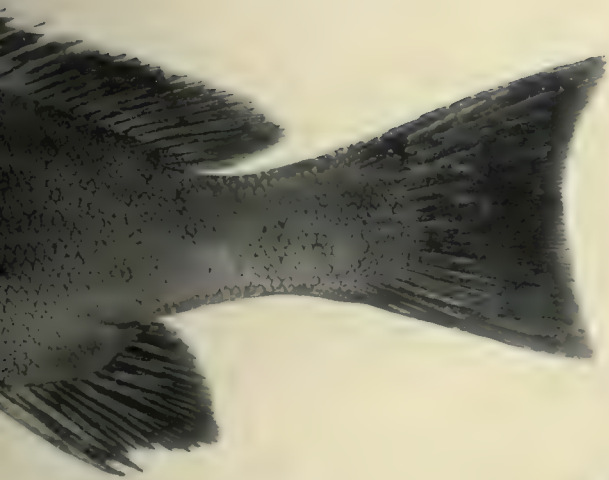
J. Bideault del.

1. *Pelmatochromis Jentinki* STEINDACHNER, — 2. *Tilapia* M.

4. *Corvina nigripinnis* GÜNTHER



2



5

Phototypie G. Chivot

LEGRIN. — 3. *Diagramma* (*Diagrammella*) *macrops* PELLEGRIN.

Parakuhlia Boulengeri PELLEGRIN.

ÉTUDES
SUR LA
Morphologie et la Physiologie cellulaires
du développement de l'Oursin.

(Travail fait au Musée océanographique de Monaco.)

PAR J. RUNNSTRÖM

PRÉFACE

Les études sur la morphologie et la physiologie cellulaires du développement aboutissent tôt ou tard au problème fondamental de l'hérédité. Les qualités impliquées dans les cellules sexuelles se déploient au cours du développement.

On a beaucoup discuté la question de la localisation des représentants matériels des qualités. Au commencement, on était enclin à attribuer au noyau le rôle principal ou même unique à cet égard (O. HERTWIG, 1884-1885, STRASSBURGER, 1884). Cette idée, trop exclusive, a trouvé des objections plaçant le rôle coordonné du plasma au noyau. L'idée du rôle du plasma se propageant, on voulut voir dans certaines formations trouvées dans le plasma des représentants des qualités. Les formations sont caractérisées par leur coloration spécifique dans les préparations. On a désigné du nom de « chondriocentes », « mitochondries », « chondriosomes », etc., les formations mentionnées (BENDA, 1901, MEVES, 1908, etc.). LUNDERGÅRDH (1910) soumet à la critique les idées attribuant à certaines formations, définies uniquement par leurs propriétés histologiques, la valeur de représentants des qualités. Le mécanisme de l'hérédité fonctionne plutôt par une action réciproque de toutes les parties de la cellule. Il nous semble que cette idée donne la base large et rationnelle de la discussion des problèmes en question.

Il faut faire peut-être certaines distinctions : il y a dans la cellule des parties plus ou moins importantes au point de vue du mécanisme de l'hérédité. Il est évident que certaines enclaves, bien que nécessaires au développement, ne jouent pas toujours un rôle

essentiel pour le mécanisme de l'hérédité. Le développement normal pourrait se réaliser peut-être même avec un certain changement de la nature chimique des enclaves. La transformation de celles-ci peut être mise en comparaison avec la digestion intracellulaire ; par les procédés combinés de la décomposition et de la synthèse, des effets semblables pourraient se produire, même sous les conditions supposées d'un changement de la composition des enclaves.

En somme, le développement embryonnaire se réalise par la réaction de certaines combinaisons chimiques localisées d'une certaine façon. Cette localisation donne à la cellule une certaine structure : on voit des congélations de diverses sortes, des membranes, etc. Mais les structures de détail sont plus ou moins subordonnées à l'unité de la cellule ; celle-ci se produit par ce que nous appelons la corrélation, la polarité et la symétrie. Dans le cadre des structures, les phénomènes de la transformation chimique se déploient ; par celle-ci, des structures nouvelles se forment qui donnent à leur tour des bases nouvelles à l'activité chimique.

En regardant le problème spécial du rôle du noyau et celui du plasma pour le mécanisme de l'hérédité, il résulte qu'un rapport réciproque doit se réaliser entre eux. En effet, beaucoup de savants ont dirigé leurs recherches sur ce point. R. HERTWIG (1903) a voulu donner à cette étude une base quantitative en créant la notion du « rapport entre le noyau et le plasma » (*Kernplasmarelation*). Tout en donnant plusieurs résultats intéressants, l'étude du « rapport entre le noyau et le plasma » n'a pas beaucoup révélé sur l'action réciproque déterminant le développement. Des synthèses de matériel nucléaire se réalisent au détriment du matériel plasmatique dans le premier développement ; ce phénomène continue jusqu'à la « détension » du rapport anormal entre le noyau et le plasma régnant dans l'œuf (GODLEWSKI, 1907). Sans doute, des changements de la surface des noyaux doivent influencer sur l'échange des matières dans la cellule. Souvent, les changements de la grandeur du noyau ne sont qu'un phénomène secondaire : l'équilibre osmotique entre le noyau et le plasma se dérangeant en quelque sorte, le noyau gonfle ou dégonfle suivant les conditions. Enfin, les noyaux peuvent enfermer une quantité plus ou moins grande d'enclaves qui n'appartiennent pas aux substances nucléaires intégrantes.

Cette question se pose : est-ce que : 1^o le noyau et le plasma sont deux systèmes chimiques isolés ? ou bien : 2^o les substances peuvent-elles réagir librement les unes avec les autres par la membrane nucléaire ?

Supposons, pour expliquer le problème, un cas très simple : un ferment accélérant une certaine réaction chimique se trouve dans le noyau ; les composants de la réaction se trouvent dans le plasma. 1^o Pourvu que les derniers puissent passer par la membrane nucléaire, ils viennent en contact avec le ferment, adsorbé, supposons-le, dans le noyau ; le produit de la réaction peut, suivant sa nature, se déposer dans le noyau, ou pénétrer par diffusion dans le plasma. Voilà un cas possible, mais en voici un autre. 2^o Les matières dissoutes dans le plasma ne peuvent pas pénétrer par la membrane nucléaire ; alors la réaction dans le plasma ne se fait qu'à une vitesse très petite. Supposons qu'à un moment donné le ferment soit émis dans le plasma par un procédé quelconque ; il s'ensuivrait immédiatement une accélération de la réaction chimique, dont les composants se trouvaient

dans le plasma. Nous ne pouvons pas entrer dans une discussion détaillée des deux points ; probablement, les deux cas sont réalisés dans la nature. La question de la perméabilité de la membrane nucléaire est de nature très compliquée. Cette membrane est évidemment plus élective que la couche superficielle du plasma. Rappelons, par exemple, que les colorants vitaux ne sont absorbés que très rarement dans les noyaux intacts (PFEFFER, 1886). Probablement, la perméabilité de la membrane nucléaire est soumise à des régularisations suivant les conditions physiologiques. Par suite, le noyau et le plasma représentent deux systèmes isolés à un certain degré, mais qui s'engrènent.

On s'est mis à étudier l'échange matériel entre le noyau et le plasma au moyen des méthodes histologiques. R. HERTWIG (1902) a introduit la notion des *chromidies*. Ces formations ressemblent aux « chondriocentes » ; mais elles sont caractérisées par leur origine nucléaire. Les chromidies ont été observées par HERTWIG (1899, 1902, 1904, 1907) et d'autres savants (SCHAUDINN, 1903, etc.), chez les Protozoaires ; il paraît qu'elles sont de nature très hétérogène ; elles peuvent jouer un rôle génératif ou un rôle végétatif.

La notion des chromidies a été transférée également sur des structures de la cellule des Métazoaires par GOLDSCHMIDT (1904, 1909). Il a été démontré pourtant que les structures décrites par cet auteur sous le nom de chromidies ne sont pas d'origine nucléaire ; elles représentent des produits intermédiaires de l'échange de matières d'après VON KEMNITZ (1912). Une émission des substances nucléaires a été décrite, en outre, par d'autres savants, WASSILIEFF (1907), MOROFF (1909), SCHAEEL (1909 et 1910), JÖRGENSEN (1910), etc. Toutes ces observations ont été faites sur du matériel fixé. LUNDEGÅRDH (1910) a critiqué dans le mémoire déjà cité les conclusions de ces auteurs ; en effet, les observations sont peu concluantes en vue des changements qui se produisent à la suite de la fixation ; en outre, nos méthodes de colorations sont peu décisives sur la nature chimique des structures. Enfin, le phénomène d'une pénétration de la membrane par des substances formées s'assimile assez mal aux notions qu'il faut se former sur la physique des microstructures. LUNDEGÅRDH admet pourtant qu'une expulsion des substances formées du noyau pourrait s'effectuer sous certaines conditions ; celles-ci ne semblent pas souvent réalisées. KEMNITZ (1912) est d'accord avec LUNDEGÅRDH sur la critique de la notion des « chromidies ».

Il résulte de ce qui précède que la question de l'expulsion des substances du noyau est loin d'être résolue ; d'un côté, il y a une grande quantité d'observations plus ou moins critiques, mais jamais suffisantes ; ces observations ont conduit à des généralisations peu concluantes ; d'un autre côté, nous avons une critique rigoureuse des observations mentionnées. HERWERDEN (1913) constate, en effet, qu'à l'exception de quelques cas singuliers chez les Protozoaires il n'existe pas une seule observation démontrant d'une manière irréfutable la pénétration des substances nucléaires dans le plasma (*loc. cit.*, p. 432). On pense dans ce cas naturellement à des combinaisons chimiques non transportables par la diffusion. Mais la plupart des substances de la cellule sont de nature colloïdale d'une dispersion plus ou moins grande. Les colloïdes n'ont qu'une propriété très minime de diffusion. Il faudrait supposer une décomposition des substances qui passent par la membrane nucléaire dans l'une ou l'autre direction. Nous verrons, par ce qui suit, qu'une décomposition des substances qui vont passer du plasma dans le noyau peut probablement se réaliser ; mais, dans

le noyau, des synthèses compliquées s'effectuent. On se refuse à croire que les produits de ces synthèses seraient décomposés de nouveau à un haut degré, même si la décomposition a pour résultats d'autres produits que les composants synthétisés.

Nous ne pensons naturellement pas ici aux produits de la désassimilation.

Enfin il faut prendre en considération que les substances colloïdes abaissent en général la tension superficielle. Les substances données de cette propriété se ramassent dans les surfaces, suivant un théorème de GIBBS-FREUNDLICH (cité d'après MICHAELIS, 1909). Cet état de choses doit empêcher les substances colloïdes d'une certaine propriété de diffusion, de transvader la membrane nucléaire.

Nous avons vu par ce qui précède que les méthodes de fixation donnent des résultats peu concluants pour les problèmes en question. Il nous a semblé d'une grande importance de trouver un objet approprié à des études sur le vivant. Ces études peuvent, en outre, éclairer les résultats de l'étude du matériel fixé. Nous avons porté nos recherches sur la larve de l'Oursin dans différentes phases du développement. Cet objet classique nous a donné beaucoup de révélations intéressant le problème de « l'engrenage » du noyau et du plasma. Là le noyau participe d'une manière directe aux transformations des matières dans les cellules ; on le verra dans la suite.

Nos études nous ont amené à pénétrer dans plusieurs questions de la physiologie de la larve de l'Oursin, surtout en ce qui concerne la transformation des matières nutritives.

Nous avons abordé en quelques cas la question de la différenciation des cellules et celle de la localisation des phénomènes morphogénétiques.

En outre nos recherches ont donné certains résultats sur la division du noyau ; celle-ci se réalise par des procédés différents. Nos résultats permettront de distinguer certains types de division intermédiaires entre la division directe et la caryocinèse.

Nous nous sommes servis du matériel des deux espèces : de *Paracentrotus lividus* et d'*Echinus microtuberculatus*. Les études ont été dirigées surtout vers le matériel vivant, comme il a été indiqué ci-dessus. Mais nous avons utilisé également le matériel fixé, coloré et monté en préparations totales. La fixation a été faite par le sublimé concentré avec l'acide acétique à 1 p. 100, ou par le liquide de BOUIN. Les objets ont été colorés ensuite, ou par l'hématéine F combinée avec l'éosine, ou l'orange G, ou par le liquide d'EHRlich-BIONDI ou par le mélange du bleu de méthylène avec de l'éosine. Exceptionnellement encore d'autres méthodes ont été employées.

Le matériel vivant ou fixé a été étudié à l'immersion homogène 1/12 de Leitz combiné avec des oculaires compensateurs de Zeiss 8, 12 ou 18. Quelque temps nous avons eu à la disposition l'apochromate 3 de Zeiss à l'immersion. La chambre claire n'a pas été employée en général, vu la petitesse des objets. Les figures différentes ne sont pas faites par suite à la même échelle.

Le stade du développement n'est pas indiqué toujours, en ce qui suit, par l'âge, en jours, de la larve. Cette manière d'indiquer le stade est employée, en général, seulement pour les quatre ou cinq premiers jours du développement. Dans la suite, le degré du développement au bout d'un certain temps déterminé varie considérablement suivant des facteurs

comme la température, la nutrition, etc. Nous distinguons alors le stade à deux paires de bras et le stade à trois paires de bras. La différence entre ces deux stades est assez bien prononcée. Si, dans la suite, le degré de développement n'est pas indiqué, la larve s'est trouvée au stade à deux paires de bras. Pour le stade plus avancé, on trouve en général l'indication : larve au stade à trois paires de bras. Le stade peut être précisé davantage par des indications sur le développement du rudiment échinien, etc. L'apparition de la quatrième paire de bras est plus variable et n'a pas été prise en considération pour indiquer le stade. La troisième paire de bras (les bras latéraux) apparaissent, en général, après quatorze à vingt jours. La métamorphose ne s'est accomplie qu'au bout de sept à huit semaines.

A. — PARTIE DESCRIPTIVE

I. — LES CELLULES DE L'INTESTIN MOYEN.

Notre exposé sera commencé par les observations faites sur l'intestin moyen. La larve de l'Oursin se nourrit du dehors à partir d'un stade relativement jeune (d'un âge environ de trois à quatre jours); avant ce moment, il y a déjà une vive transformation des matières dérivant de l'œuf dans les cellules de l'intestin. Nous allons trouver alors des cellules d'une activité physiologique très vive, ce qui les approprie spécialement à l'étude qui nous occupe.

a. *Echinus microtuberculatus*. — *Observations sur le matériel vivant* — Examinons d'abord les résultats obtenus sur le vivant ! La figure 1 représente des cellules de l'intestin moyen d'un individu âgé de trois jours. A ce stade, la gastrula vient de se transformer en un jeune pluteus. Remarquons que les cellules sont remplies de nombreux granules. Ceux-ci dérivent du matériel déposé dans l'œuf. La larve n'a pas commencé à se nourrir du dehors, la bouche n'étant pas encore formée.

Dans les cellules, on remarque d'abord les noyaux de forme étoilée (*n* de la cellule *a*). C'est là une forme très caractéristique, que nous retrouverons souvent. Un examen attentif nous enseigne pourtant que cette forme n'a rien de fixe. Il y a, en effet, dans le matériel vivant très souvent des changements de contour du noyau. La forme étoilée se produit par des proéminences, terminant en pointes, de la membrane nucléaire. Ces proéminences peuvent être plus ou moins longues et sont contractiles. Elles ont par suite le caractère des pseudopodes. Elles ne semblent pas creuses jusqu'à la pointe. La cavité nucléaire pénètre plus ou moins dans la base, mais le reste donne l'impression d'être homogène. Mais il faut prendre en considération que ces noyaux peuvent, sous conditions, avoir une forme arrondie ; nous le verrons dans la suite. — La figure schématique 2 indique comment

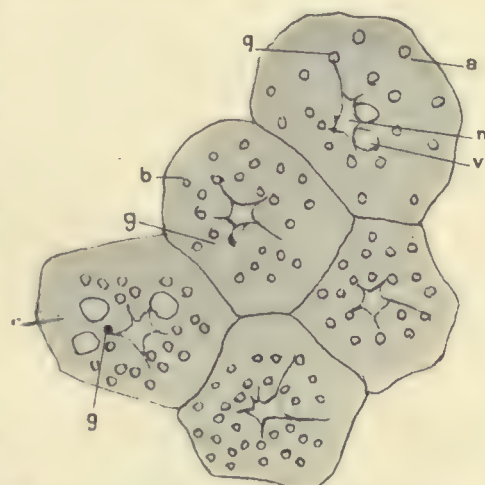


Fig. 1. — Des cellules de l'intestin moyen d'une larve d'*Echinus*, âgée de trois jours. Matériel vivant.

il faut s'imaginer le développement de la forme étoilée d'un noyau arrondi. Pour plus de simplicité, nous n'avons dessiné qu'un seul processus. Le noyau *a*, d'abord arrondi, se contracte par quelque raison, *b*; alors la membrane nucléaire forme un pli au dehors. Dans la suite, *c*, ce pli se transforme en ce que nous avons observé comme pseudopode ou processus. En effet, nous trouverons des raisons de voir dans la forme d'étoile l'effet d'une contraction du noyau.

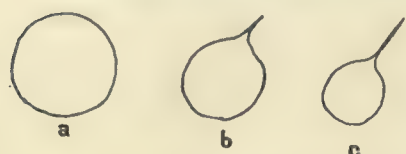


Fig. 2. — Schéma de la formation d'un processus du noyau.

En examinant de plus près la figure 1, on voit que les processus de la membrane ont une longueur très différente. Il est difficile de suivre sur le vivant tous les détails de ces formations. Mais on voit que certains processus finissent librement dans le plasma, tandis que d'autres sont fixés à leur extrémité à un granule. On distingue deux sortes de granules dans le plasma : l'une, plus répandue, d'une couleur plus claire-jaunâtre ; l'autre, moins répandue, d'une couleur plus foncée. On en voit de ce dernier type dans les cellules *a*, *b* et *c*. Celles-ci sont, d'après toute apparence, un produit de la transformation des granules jaunâtres. En outre, on observe souvent des vacuoles *v*, qui, dans la cellule *a*, sont apposées immédiatement au noyau ou, comme dans la cellule *c*, sont plus éloignées de celui-ci.

Peu à peu le matériel de réserve dérivant de l'œuf se consomme. Mais, en même temps, la bouche se forme ; la larve commence à se nourrir. Les cellules présentent maintenant un aspect quelque peu différent. La figure 3 montre quelques cellules de l'intestin moyen d'une larve âgée de quatre jours ; la larve avait été plongée pendant une nuit dans une faible solution de « neutralrot » dans l'eau de mer.

La digestion chez la larve de l'Oursin est de nature essentiellement intracellulaire. Pourtant, la nourriture avalée est soumise à un traitement chimique dans la cavité de l'intestin antérieur comme dans celle de l'intestin moyen. Ce traitement amène une séparation grossière des parties digestibles des parties non digestibles ; une décomposition des particules nutritives ne se réalise pas dans les cavités ; des enclaves libérées du corps des infusoires ou des algues avalées sont résorbées sous cette forme de l'intestin.

Examinons maintenant la figure 3. On retrouve dans la cellule *a* un noyau de forme étoilée. En outre, il y a dans la même cellule un certain nombre de vacuoles, dont la plupart ne sont pas colorées par le « neutralrot » ; une vacuole de couleur orange fait exception. Les vacuoles sont entourées de granules colorés plus ou moins intensément en rouge.

Dans la cellule *b*, il y a quelques vacuoles *v* dans le pourtour desquelles on n'observe pas de granules ; elles se trouvent tout près du noyau. Celui-ci n'a pas dans les cellules *b* et *c* la forme étoilée. C'est un effet du traitement un peu délétère par le « neu-

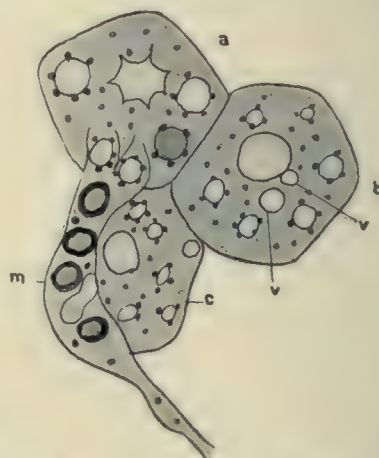


Fig. 3. — Des cellules de l'intestin moyen *a, b, c*, et une cellule mésenchymateuse *m*, d'une larve d'*Echinus*, âgée de quatre jours. Matériel vivant. Coloration par le « neutralrot ».

tralrot ». La cellule *m* appartient au mésenchyme, qui va nous occuper plus loin.

En outre des choses déjà mentionnées, on observe de nombreux granules librement répandus dans les cellules de l'intestin moyen; ceux-ci n'étaient que très faiblement colorés par le « neutralrot ».

Nous laissons en suspens la question de savoir si ces granules sont tous de la même nature; ils appartiennent en grande partie à la nourriture qui vient d'être absorbée; ces granules n'ont pas encore été soumis à aucun traitement dans la cellule. Les vacuoles et les granules colorés en rouge sont, au contraire, des produits de la transformation chimique dans la cellule de l'intestin moyen.

Nous allons étudier maintenant une larve de la même culture que la précédente, mais âgée de dix jours; la larve n'a été traitée par aucun colorant vital. Il faut, dans ces conditions, une certaine habitude pour l'observation sur le vivant: les contours du noyau ne se voient d'abord que très faiblement; le nombre des granules et des vacuoles rend plus difficile l'observation; les contours des cellules très indistincts n'ont pas été dessinés.

Regardons maintenant les noyaux de la figure 4! Ceux-ci présentent l'aspect que nous avons désigné comme « forme étoilée ». Mais, comme toujours, il n'y a rien de fixe dans cette forme. Il y avait très souvent des changements de la forme. Ceux-ci étaient beaucoup plus vifs que dans la larve âgée de trois jours, décrite ci-dessus. Il arrive très rarement que tous les processus se rétractent à la fois, d'où résulterait une forme arrondie du noyau. La rétraction d'un processus amène l'émission d'un autre. Dans les cas d'une réduction du nombre des processus un agrandissement du noyau s'est produit en général. Évidemment, les phénomènes décrits dernièrement s'accordent complètement avec l'idée exposée ci-dessus: les processus sont de la nature des plis de la membrane nucléaire.

Il n'y a pas seulement des mouvements de la surface du noyau; celui-ci peut, en outre, se déplacer dans la cellule. Le dernier effet se produit ou par l'activité des processus, ou par des courants plasmatiques. Dans le premier cas, il faut parler d'un mouvement actif, dans le dernier d'un mouvement passif du noyau. Nous allons revenir sur ces phénomènes.

Tout autour du noyau on trouve des vacuoles dans la périphérie desquelles il y a des granules. Celles-ci sont les mêmes formations que nous avons décrites à propos de la figure 3. Nous les appelons des *vacuoles nutritives*. Il est difficile de distinguer si les granules sont situés au côté extérieur ou intérieur de la limitation de la vacuole. Il résulte pourtant des observations comparatives que les granules sont d'abord suspendus librement dans le plasma pour être enfin « adsorbés » sur la surface des vacuoles; plus tard, ils sont plus ou moins enfoncés dans la membrane de la vacuole par des procédés qui échappent à l'étude.

Nous n'avons dessiné que les vacuoles qui se trouvent tout près du noyau. Optiquement ils diffèrent considérablement de celui-ci par des contours très distincts et par une

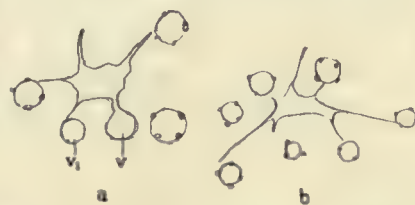


Fig. 4. — Deux noyaux de l'intestin moyen d'une larve d'*Echinus*, âgée de dix jours. Matériel vivant.

réfraction de la lumière tout autre : ils sont moins opaques que les noyaux et se distinguent, par suite, davantage du protoplasma en comparaison du noyau.

On a souvent l'impression en étudiant les processus qu'ils sont attachés aux vacuoles nutritives. C'est justement le cas dans la figure 4. Même étant admis que cette impression correspond quelquefois à la réalité, il n'en est pas toujours ainsi. En suivant attentivement les processus, on trouve qu'ils passent le plus souvent à côté des vacuoles nutritives.

Les observations sur le vivant répétées plusieurs fois ont donné le résultat que *les vacuoles nutritives dérivent du noyau* des cellules de l'intestin moyen. On trouvera plus loin que ces observations faites sur le vivant sont confirmées par les observations sur le matériel fixé. Nous avons pu même suivre toutes les étapes du procédé. On observe quelquefois le phénomène suivant : la membrane nucléaire forme une saillie arrondie ; cette formation fait corps avec le noyau par un tractus court ; soudainement la communication se rompt, la partie arrondie se détache en vacuole ; en même temps elle change ses qualités optiques, jusqu'ici conformes à celles du noyau ; les contours deviennent beaucoup plus distincts ; l'intérieur de la vacuole paraît moins transparent, mais en même temps plus clair.

Probablement, des changements se produisent de la nature colloïdale des substances contenues dans les vacuoles ; il y a peut-être une précipitation ou une aggrégation dans la vacuole qui vient de se détacher.

Au bout de moins d'un quart de minute, la vacuole subit de nouveau des changements ; elle prend tout à fait les qualités optiques des vacuoles nutritives : elle devient plus transparente, phénomène qui indique peut-être une dispersion des substances agglutinées ; la limitation de la vacuole, tout en restant très distincte, devient un peu moins prononcée. En même temps la vacuole augmente sensiblement de volume ; ce phénomène est dû probablement à une imbibition par l'eau.

Regardons maintenant le noyau *a* de la figure 4 : on y trouve représentés les phénomènes décrits ci-dessus ; à *v*, il y a une vacuole faisant corps avec le noyau ; elle est réunie avec celui-ci par un tractus court. Dans ce cas, nous n'avons pu observer d'une manière indiscutable, si le tractus existe avant la formation de la vacuole, ou bien s'il s'est formé avec la vacuole. Dans le premier cas, la formation de la vacuole serait le gonflement du bout d'un processus ; dans le dernier cas, le tractus serait seulement une sorte de tige formée à l'expulsion de la vacuole.

L'étude du matériel fixé montre que les vacuoles se forment dans l'intérieur du noyau. Probablement elles repoussent la membrane nucléaire. Dans les cas extrêmes, une tige se forme d'après la manière décrite.

En outre, on observe sur la figure tout près du noyau une vacuole *v'*. Celle-ci vient de se détacher et présente des contours très prononcés, comme il a été décrit ci-dessus. Les autres vacuoles autour du noyau sont des vacuoles nutritives ordinaires, munies de leurs granules. Il saute aux yeux que les vacuoles récemment formées ne sont pas entourées de granules. Nous parlerons plus loin de l'origine de ceux-ci.

Il résulte de la figure 3 qu'il y a, en outre des granules soudés à la surface des vacuoles, un certain nombre de granules libres répandus dans le plasma ; une grande partie de ces

granules appartiennent, comme il a été dit, à la nourriture résorbée qui n'a pas encore été soumise à l'activité digestive de la cellule. Ces granules ou corpuscules présentent souvent une forme assez irrégulière. Nous en trouvons dans la figure 5 qui représente le même noyau dessiné à divers intervalles. La figure peut donner une idée de la grande propriété qu'a le noyau de changer de forme. Par les mouvements du noyau, de même que par les courants plasmatiques, des granules qui viennent d'être résorbés sont amenés tout près du noyau. Nous les trouvons ici très souvent soudés à la membrane nucléaire (voir *a*). En général, ils sont fixés alors aux processus. On peut observer qu'un processus est émis très souvent vers un granule ou un corpuscule dans le plasma.

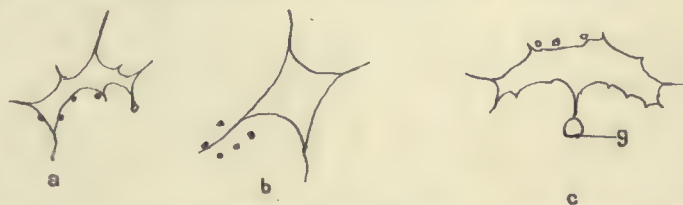


Fig. 5. — *a, b, c*, Le même noyau de l'intestin moyen d'une larve d'*Echinus* observée à des intervalles. Matériel vivant.

On en voit justement un cas dans la figure 5 *c* : en *g* il y a un corpuscule, vers lequel un processus fut émis. Après quelque temps le processus s'est en général rétracté, en lâchant le corpuscule. Nous pourrions étudier le phénomène plus facilement dans le mésenchyme qui va nous occuper plus loin.

Nous avons trouvé que les vacuoles nutritives ont une origine nucléaire. La question se pose : d'où proviennent les granules qui contournent les vacuoles en question ? Il est possible qu'ils sont des produits d'une transformation effectuée dans le plasma de la nourriture résorbée : où bien, ils sont des produits de l'activité du noyau qui sont émis ensuite dans le plasma. La dernière conception semble à priori moins probable, d'autant plus que les vacuoles sortent du noyau sans être entourées des granules.

On connaît bien les difficultés de trancher définitivement de telles questions, sur le matériel fixé. Mais le matériel vivant n'est pas, à cet égard, beaucoup plus favorable. On voit, il est vrai, des granules adhérant à la membrane nucléaire. Ces granules sont souvent des particules non transformées de nourriture, comme nous l'avons vu ci-dessus ; il est, en effet, très difficile de classer et distinguer toutes les sortes de granules qu'on trouve dans le plasma des cellules de l'intestin. On voit pourtant, le long des processus, des granules ressemblant, par la couleur, la forme et la grandeur, aux granules entourant les vacuoles nutritives. Ceci ne permettrait en aucune façon de conclure que les particules en question sortent du noyau pénétrant la membrane nucléaire. En outre, et voilà une objection qui semble grave, on n'observe jamais de granules soudés au noyau qui se colorent en rouge par le « neutralrot » ; il faut se rappeler qu'il en était ainsi avec les granules entourant les vacuoles nutritives (p. 6).

Nous avons observé plusieurs fois qu'à la mort de la cellule celle-ci passe par plusieurs stades caractérisés morphologiquement : quant aux cellules de l'intestin moyen, elles prennent d'abord une forme arrondie en se gonflant considérablement ; tous les processus sont effacés ; puis vient un stade dans lequel une sorte de précipitation se produit dans les cellules ; dans les noyaux, on voit petit à petit se prononcer des structures qui n'étaient pas ou n'étaient que très faiblement visibles auparavant. On dirait qu'il s'est fait

une fixation, mais sans fixateur et de nature passagère : au bout d'un temps quelque peu différent suivant les cas, souvent on peut continuer l'observation pendant une heure ou plus, une destruction rapide et complète se réalise, causée par l'hydrolyse. C'est surtout le deuxième stade du processus décrit qui nous intéresse. On pourrait peut-être trouver une analogie à l'état de la cellule en ce moment dans la raideur des muscles après la mort. Mais, on se demande alors : est-ce qu'on peut avoir, sous ces conditions, quelque confiance en les résultats obtenus par l'observation de ces cellules ? Il pourrait s'agir des déformations plus ou moins accidentelles. Il n'est pas à nier que certaines congélutions se produisent probablement dans les cellules en question. Mais, d'autre part, des structures se voient régulièrement qu'on peut retrouver sous des conditions favorables dans le matériel vivant et normal.

Nous avons comprimé les larves assez fortement entre la lame et la lamelle. Après quelque temps (30 à 45 minutes environ), on observe le gonflement des noyaux dans l'intestin moyen ; bientôt on voit les structures représentées dans la figure 6.

Remarquons d'abord que les noyaux ont une grandeur très différente ! Cette différence de grandeur correspond sans doute à des états physiologiques différents. On ne pourrait pas s'expliquer autrement des différences si considérables entre les noyaux dans le même organe. On observe, en outre, au premier abord qu'il y a des noyaux situés tous près l'un de l'autre. Ces noyaux se trouvent, en effet, dans la même cellule. On peut trouver cet état de choses également dans le matériel normal ; mais, dans ce cas, les noyaux ne sont pas en contact immédiat, comme le montre notre figure. On voit, en outre, que les noyaux en contact sont à peu près de la même grandeur ; cela indique qu'ils se trouvent dans le même état physiologique. Nous ne pouvons pas dire s'il y a là une règle générale : les noyaux de la même cellule se trouvent dans le même état physiologique. On trouve souvent cette règle confirmée, mais il y a toutefois des exceptions. Le nombre des cas que nous avons observés ne suffit pas à former une idée définitive sur ce point.

Pour avoir une idée générale sur la structure du noyau *au repos* de l'intestin moyen, nous regardons d'abord les deux noyaux *a*, *b* et *c* de la figure. On voit alors qu'ils sont remplis par des filaments réunis en mailles. Les filaments ne sont pas uniformément larges. Dans les nœuds des mailles, ils sont quelque peu gonflés.

Dans le même endroit, se trouve presque toujours un petit granule plus ou moins arrondi et de couleur jaunâtre. La substance formant ces granules ne semble avoir rien de commun avec la substance formant les mailles. Mais les granules reposent sur les filaments ou ils sont enveloppés dans la substance de ceux-ci. On peut entrevoir dans les cellules normales quelquefois, en effet, des granules.

On remarque en *m*, dans le noyau *a*, un nucléole très grand de couleur jaune. La partie colorée est entourée pourtant par un bord clair, comme on le trouve souvent chez les nucléoles du matériel fixé de différents objets. Nous retrouvons le bord clair autour du nucléole *n* du noyau *c*, tandis que le nucléole *n'* du même noyau n'en possède pas. Dans le noyau *b*, nous ne trouvons pas de nucléole arrondi.

Les formations *n*, *n* du noyau *b* ont un caractère un peu autre que les nucléoles des

noyaux *a* et *c*. Leur substance est incolore, mais assez dense ; leur contour est anguleux ; les angles se continuent dans les filaments. Ces formations sont à désigner du nom de caryosomes. Nous allons revenir plus loin sur la terminologie. Des formations semblables se retrouvent dans des noyaux *d*, *e* et *f* ; leur densité semble varier ; elles se présentent sous un aspect plus ou moins opaque.

Dans le noyau *f*, il n'y a pas de filaments visibles. Enfin, le noyau *g* présente un nucléole arrondi d'où sortent quelques filaments minces. Ce nucléole se distingue des nucléoles des noyaux *a* et *c* par une coloration plus faible ainsi que par une surface plus unie.

Une comparaison avec ce qui suit nous amène à croire que le grand nucléole du noyau *a* ne correspond pas à l'état normal du noyau. Il en est de même pour les nucléoles du noyau *c*. La couleur jaune et la surface rugueuse des formations mentionnées se retrouvent, en effet, souvent dans les conglutinations de nature pathologique. Il nous paraît probable que les nucléoles se composent en partie des sub-

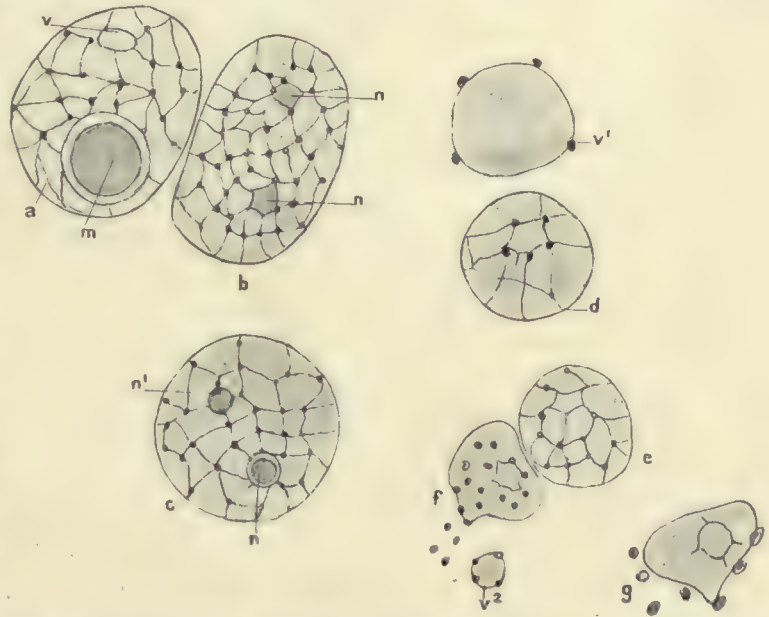


Fig. 6. — Des noyaux de l'intestin moyen d'une larve d'*Echinus* comprimée, âgée de onze jours.

stances altérées par le traitement. La question reste ouverte de savoir si toute la quantité des substances en question fait corps normalement avec le nucléole, ou bien si elles se sont agglutinées en partie de différentes parties du noyau. Une liquéfaction superficielle s'est produite dans les cas des nucléoles *m*, *n* des noyaux *a* et *c*.

Dans le noyau *a*, on découvre en *v* une vacuole limitée vers les parties ambiantes. Près du noyau *d* se voit une grande vacuole nutritive, entourée des granules. Une vacuole nutritive plus petite, *v*², se retrouve près du noyau *f*.

Nous nous sommes trop éloignés du problème que nous nous étions proposés d'étudier par la méthode exposée ci-dessus : quelle est l'origine des granules entourant les vacuoles nutritives ? Nous avons trouvé, à l'examen des noyaux *a*, *b* et *c*, des granules dans le noyau. Ceux-ci sont pourtant beaucoup plus petits que les granules des vacuoles nutritives. La couleur est, en outre, un peu différente ; celle des granules des vacuoles nutritives est plus foncée. Mais, dans le noyau *d*, on voit des granules qui ne diffèrent en rien des granules entourant la vacuole *v*'. Ces granules sont situés tout autour du caryosome. Bien que la ressemblance des granules soit frappante, ce cas ne permet pas de conclusions sur l'identité des deux sortes de granules. Mais, en regardant le noyau *f*, on fait des observations plus décisives : dans l'intérieur, il y a de nombreux granules qui se continuent sans interrup-

tion dans le plasma. Le noyau, aplati d'un côté, est allongé de l'autre en une pointe obtuse; ici les granules semblent pénétrer la membrane nucléaire pour sortir dans le plasma. Tout près, on voit, comme il a été déjà mentionné, une petite vacuole nutritive entourée des granules du même caractère. Il est à remarquer qu'on ne voit que très peu ou presque rien de la substance des filaments dans le noyau *f*. La quantité de cette substance est évidemment très petite.

Dans le matériel normal, la partie allongée s'est effilée probablement en un processus typique. On peut le conclure de l'arrangement en deux rangs des granules expulsés dans le plasma.

En regardant attentivement la membrane nucléaire à la partie allongée du noyau *f*, on observe quelques granules dont il est difficile de déterminer s'ils se trouvent en dehors ou en dedans du noyau. On a l'impression qu'ils sont en train de pénétrer la membrane en saillant déjà dans le plasma.

Le noyau *g* est débarrassé complètement des granules. Pour cela, nous trouvons de nombreux granules dans le plasma entourant le noyau. Ces granules étaient plus grands que ne sont, en général, les granules des vacuoles nutritives.

Les observations que nous venons d'exposer prouvent sans doute qu'il se forme dans le noyau certains granules expulsés ensuite dans le plasma. Nous avons déjà supposé que la différence de grandeur des noyaux se produit sous l'effet des états physiologiques différents. Si nous regardons maintenant encore une fois les noyaux à ce point de vue, nous trouvons des différences considérables du nombre et de la nature des granules, accompagnant les différences de grandeur des noyaux. Nous pouvons, d'après les données des observations, reconstruire le procédé suivant : des noyaux petits [*g*], pauvres en substance filamenteuse, accroissent considérablement [série *c*, *a*]; en même temps il se forme dans le noyau une grande quantité de granules situés dans les nœuds des mailles. Arrivés à un maximum, les noyaux décroissent : des vacuoles sont expulsées dans le plasma en même temps que les noyaux se débarrassent des granules [série *d*, *e*, *f*]. Mais il semble que les granules changent un peu de caractère avant d'être expulsés; nous avons déjà observé la différence des granules du noyau *a*, *b* et *c*, d'un côté, et ceux du noyau *d* et *e*, de l'autre. Nous n'avons pu constater comment les granules des premiers se transforment en les granules plus grands et de couleur plus foncée des derniers. Le phénomène pourrait se réaliser par une croissance des granules; ou bien un fusionnement se produit de plusieurs granules plus petits.

Il résulte de ce qui précède que les noyaux de l'intestin moyen subissent certains changements cycliques; ceux-ci sont en rapport avec l'activité transformatrice des noyaux.

Nous n'avons considéré que très peu les substances constituant les nucléoles.

La quantité de ces substances n'est nullement constante. Il y a, évidemment, un accroissement et une consommation cycliques également de ces substances. Dans les noyaux *a* et *c*, elles sont très abondantes; dans les noyaux *b*, *d*, *e*, *f*, on ne voit pas les substances typiques formant les nucléoles des deux premiers noyaux. Enfin un nucléole se reconstitue, paraît-il, dans le noyau *g*.

On se demande alors : quel est le produit de la transformation des substances nucléolaires ?

Cette question ne peut pas être tranchée à l'aide du matériel étudié jusqu'ici. L'observation du noyau *a* de la figure 6 nous fait croire que les vacuoles sont formées dans l'intérieur du noyau (*cf.* la vacuole *v*). En outre, une liquéfaction partielle du nucléole s'est évidemment réalisée. Il en pourrait résulter qu'une liquéfaction des substances nucléolaires donne naissance aux vacuoles expulsées dans la suite. Nous allons revenir sur cette idée plus loin.

Les granules expulsés dans le plasma se soudent, comme nous l'avons vu, aux membranes des vacuoles nutritives. Naturellement, il est impossible de dire si tous les granules entourant ces vacuoles sont d'origine nucléaire; mais cela nous semble très probable. Nous avons fait ci-dessus (p. 9) une objection contre l'idée de l'origine nucléaire des granules entourant les vacuoles nutritives : ces granules se colorent en rouge par le « neutralrot », tandis que les autres granules dans le plasma, ainsi que les granules soudés à la membrane nucléaire, ne se colorent que très faiblement. L'origine nucléaire des granules colorés en rouge étant maintenant démontrée, il est évident que le caractère chimique de ces granules change en quelque sorte par le contact avec la surface des vacuoles.

Nous ferons ici encore quelques remarques sur l'expulsion des granules dans le plasma. Il a été constaté plus haut que les granules sortent probablement par les endroits de la membrane effilés en processus. En effet, toutes les observations confirment cette idée.

Regardons à ce point de vue la figure 1. On voit dans les cellules *a*, *b* et *c*, au bout des processus des noyaux, quelques granules *g* d'une couleur plus foncée que celle des autres granules; nous avons déjà mentionné ces granules plus haut (p. 6). Les granules foncés se transportent le long des processus; arrivés à la pointe de ceux-ci, ils se détachent dans le plasma.

Évidemment, une activité du noyau, analogue à celle des stades suivants, se réalise déjà dans les cellules de l'intestin moyen de la gastrula ou dans celui du jeune pluteus. Les matières nutritives dérivant de l'œuf sont résorbées par les processus de la membrane; en effet, on observe sur la figure des processus en contact avec les enclaves du plasma. La transformation dans le noyau résulte de la formation des granules et des vacuoles. De cette façon, les matières de réserve se transforment. Dans la suite elles sont remplacées par la nourriture résorbée.

Observations sur le matériel fixé. — Nous allons commencer l'étude du matériel fixé par une larve âgée de trois jours; comme fixateur, le liquide de BOUIN a été employé dans ce cas; la préparation a été colorée ensuite par l'hématéine F et l'éosine.

Nous remarquons d'abord que les noyaux présentent une forme tout autre que celle des noyaux vivants. On ne voit pas la forme étoilée. La membrane nucléaire présente au plus quelques irrégularités de son contour. Toutefois nous n'avons pas la forme arrondie de la plupart des noyaux représentés dans la figure 6. Il est évident, dans tous les cas, que des changements considérables de la forme se produisent à la suite de la fixation. Nous avons fait des comparaisons entre les deux fixateurs employés pour ce travail : il semble

que le liquide de BOUIN agit à cet effet un peu moins violemment que le sublimé acétique. Un gonflement du noyau se produit presque toujours; ce phénomène se réalise peut-être surtout par l'action de l'acide acétique qui pénètre probablement plus rapidement que les autres composants des fixateurs. L'avantage du liquide de BOUIN est dû peut-être à la formaline qui pénètre également d'une manière très rapide.

En étudiant l'intérieur des noyaux, on trouve une substance filamenteuse qui ne se colore pas ou ne se colore que très faiblement par l'hématéine. Les filaments peuvent s'épaissir, comme on le voit surtout dans le noyau *a*; sous ces conditions, ils se colorent davantage par l'hématéine. Sur les filaments se trouvent des conglutinations de substances fortement colorées. Elles ont, en général, une forme plus ou moins arrondie. En outre, il y a dans les noyaux des nucléoles et des vacuoles.

Les nucléoles se colorent d'une manière assez variable comme on voit en observant par exemple les noyaux *c*, *f*, *h*, dont les nucléoles présentent des degrés différents de coloration. En outre, il y a des différences assez prononcées dans la grandeur des nucléoles. Il existe à un certain degré des rapports entre la coloration et la grandeur. Avant d'examiner cette question, il faut constater que les vacuoles sont situées généralement tout près des nucléoles. On peut faire cette observa-

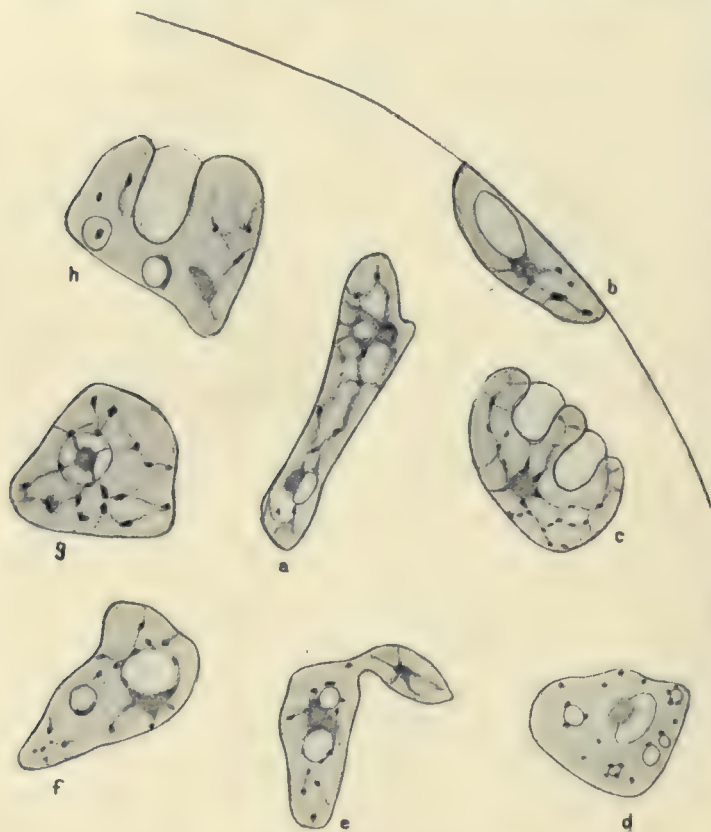


Fig. 7. — Des noyaux de l'intestin moyen d'une larve d'*Echinus*, âgée de trois jours. Matériel fixé.

tion dans les noyaux *a*, *d*, *e*, *f*, *g*. Parfois, le nucléole prend la forme de croissant *e*, *f*, car il se forme, pour ainsi dire, d'après la surface de la vacuole.

Quant aux vacuoles, nous avons déjà constaté sur le matériel vivant qu'elles sont expulsées dans le plasma. Dans le cas de la figure 1, nous avons représenté des vacuoles en expulsion déjà au stade qui nous occupe. On voit, en effet, aux noyaux *c* et *h*, des courbures très prononcées de la membrane nucléaire. En les regardant de plus près, on peut constater que nous avons là des vacuoles en expulsion. La substance de la vacuole n'est pas colorée; on découvre un contour faible vers le plasma. Vers le noyau, on ne peut pas découvrir d'autre limitation que celle de la membrane nucléaire. Cet état de choses n'est pas en accord avec celui que nous avons étudié sur la figure 4; d'après celle-ci, les vacuoles sont expulsées du bout d'un tractus. Probablement l'expulsion des vacuoles se réalise d'une

manière un peu différente dans les deux stades différents. En effet, nous trouvons sur la figure 1 un arrangement des vacuoles bien en accord avec les résultats donnés par le matériel fixé. Les vacuoles de la cellule *a* se soudent ici, vers la membrane nucléaire.

Dans le noyau *h*, le nucléole est très petit et peu coloré; il possède encore approximativement la forme de croissant que nous avons trouvée dans les noyaux *f* et *e*; ceci indique que le nucléole du noyau *h* a été apposée auparavant à une vacuole; nous ne nous trompons sûrement pas en supposant que cette vacuole était celle qui a été expulsée. Dans le noyau *f*, le nucléole est plus grand et plus intensément coloré. La vacuole apposée est assez grande. Dans le noyau *e*, le nucléole est grand, tandis que la vacuole est moins développée.

Déjà la disposition morphologique pourrait faire supposer qu'il y a un rapport entre les nucléoles et les vacuoles. Nous avons, d'ailleurs, tiré des conclusions dans cette direction à propos de la figure 6. Ces conclusions se confirment maintenant. Il est évident que les vacuoles se forment au détriment des nucléoles: l'accroissement des vacuoles est accompagné d'un décroissement des nucléoles.

Dans le noyau *c*, le nucléole est coloré assez fortement; mais il n'y a pas de vacuole apposée à ce nucléole. Dans ce noyau, deux vacuoles viennent d'être expulsées; probablement le nucléole avait, immédiatement après cette action, la forme du nucléole du noyau *h*.

Mais, dans la suite, une reconstitution du nucléole s'est produite, la formation d'une vacuole peut recommencer.

Les changements d'intensité, de la coloration des nucléoles, ne sont pas faciles à comprendre dans un schéma général. Souvent les nucléoles d'une grandeur réduite, se colorent pourtant d'une manière plus faible que les nucléoles plus grands.

Il est fort probable que les structures que nous désignons du nom de nucléoles ont une nature assez compliquée. Ils se composent probablement de deux groupes de substances, dont l'une donne directement naissance aux vacuoles; l'autre est d'une nature plus compliquée. Cette conclusion s'impose par la comparaison avec les résultats de l'étude des cellules agonisantes. Nous y avons observé des substances nucléolaires colorées ainsi que des caryosomes incolores qui remplacent les nucléoles dans certains stades. Par conséquent, il est probable que les « nucléoles » se composent d'une partie caryosomique et d'une partie de substances nucléaires proprement dites. Nous aurons l'occasion de revenir sur ces questions.

Il serait téméraire de conclure que les vacuoles se forment uniquement aux dépens des substances du nucléole. En examinant la figure, on trouve dans les noyaux de petites vacuoles évidemment indépendantes des nucléoles; Par exemple en *d*, il y a un nucléole assez faiblement coloré; à son côté on voit une vacuole assez grande; dans le pourtour de celle-ci, on trouve en outre de petits granules colorés. Au surplus, il y a dans ce noyau plusieurs vacuoles plus petites; elles sont entourées toutes par des granules.

Les rapports morphologiques entre les petites vacuoles et les granules ne permettent pas pourtant de conclusions sur des rapports génétiques: les granules peuvent être apportés secondairement à la surface des vacuoles; nous avons étudié un phénomène analogue dans le plasma à propos des vacuoles nutritives.

Il faut supposer que la production des vacuoles se réalise à la suite d'une liquéfaction de substances formant des structures dans le noyau. On ne pourrait se figurer, par exemple, que les vacuoles intérieures se forment directement du suc nucléaire ; la vacuole possède une tension superficielle vers le suc nucléaire ; par conséquent, la composition chimique est probablement différente.

Les noyaux *a* et *e* présentent deux nucléoles ; le premier noyau est un peu resserré au milieu, de façon à produire une bipolarité dans la forme extérieure ainsi que dans les structures intérieures. Dans le noyau *e*, une partie plus petite s'est limitée en forme de bourgeon. Il est d'un certain intérêt de voir qu'il existe un rapport entre la grandeur du nucléole et la grandeur de la partie du noyau qui l'enferme.



Fig. 8. — Des noyaux de l'intestin moyen d'une larve d'*Echinus*, âgée de dix jours. Matériel fixé.

La nomenclature des substances nucléaires a été critiquée récemment par LUNDEGÅRDH (1912 a). On a distingué la substance achromatique, ou la linine, et la substance chromatique, ou la chromatine. Cette distinction est pourtant, d'après cet auteur, plus ou moins arbitraire. Le phénomène de la coloration est de nature physique dû à une absorption ; par suite, la coloration ne peut pas caractériser chimiquement les substances. Les substances chromatiques et achroma-

tiques comprennent probablement chacune plusieurs matières chimiques différentes ; il est sûr pourtant qu'elles participent toutes les deux à la formation des chromosomes ; également toutes les structures du noyau, à l'exception des nucléoles, se forment, à la télophase des chromosomes. Morphogénétiquement et au point de vue du mécanisme de la cinèse, la *linine* et la *chromatine* ont la même fonction. LUNDEGÅRDH les comprend pour cette raison sous le nom seul de *caryotine*.

Il serait assez difficile de distinguer dans les noyaux que nous venons d'étudier les deux sortes de substances, de la linine et de la chromatine. Il y a une substance de filaments, en général très minces, mais qui s'épaississent quelquefois. Ils sont plus ou moins colorés par l'hématéine suivant l'épaisseur. Mais sur les filaments on trouve des congélations fortement colorées. Ces formations sont à désigner du nom de caryosomes. Une comparaison avec la figure 6 rappelle pourtant que de nombreux granules sont répandus sur les filaments dans le matériel vivant. Les granules ont plutôt le caractère des enclaves accidentelles que celui des parties intégrantes du noyau. La question se pose maintenant de savoir si les granules de la figure 6 sont identiques aux congélations colorées par l'hématéine de la figure 7. Il nous manque un critérium pour trancher

cette question. Les granules du plasma se dissolvent pourtant par les réactifs. Il n'en est pas toujours de même avec les granules enfermés dans les noyaux, paraît-il. Par conséquent, il est possible que certaines des congélutions colorées correspondent aux granules du matériel vivant.

La caryotine comporte la substance filamenteuse, quelques caryosomes et une partie des nucléoles, qui sont probablement ici de nature mixte.

Nous allons étudier maintenant des stades plus avancés du développement ; la figure 8 représente des noyaux de l'intestin moyen à un stade correspondant à celui de la figure 4. On voit tout de suite que les noyaux présentent un aspect bien autre que ceux des larves âgées de trois jours. D'abord ils sont beaucoup plus petits. Au premier abord, on peut en distinguer de deux sortes : des noyaux pleins et des noyaux vésiculeux. Nous avons des exemples de la première sorte en les noyaux *a, b, c, d, e, f, g*, tandis que les noyaux *h, i, j* appartiennent aux noyaux vésiculeux. Chez la plupart des noyaux, on voit des vacuoles correspondant sans doute aux vacuoles que nous avons observées sur le matériel vivant. Seulement elles présentent ici un aspect un peu différent.

Nous y avons constaté que les vacuoles situées dans le plasma se forment par une expulsion du noyau. Dans le matériel fixé, on voit des vacuoles faisant corps avec le noyau. Il peut s'agir : 1° ou bien des vacuoles du plasma amenées et soudées vers le noyau sous l'effet de la fixation ; 2° ou bien des vacuoles qui sont en train d'être expulsées. Toutefois il est évident qu'à la suite de la fixation les vacuoles se déplacent ; elles s'aplatissent l'une vers l'autre ainsi que vers le noyau.

En examinant les noyaux de plus près, on trouve qu'il y a deux sortes de noyaux pleins : l'une est représentée par *c, d, e, f, g* ; ces noyaux sont remplis par une substance qui se colore d'une façon diffuse par l'hématéine ainsi que par l'orange (1) ; tantôt l'un, tantôt l'autre de ces colorants semble être un peu prépondérant à la double coloration ; on ne voit pas dans la substance de structures bien définies ; seulement il y a, en général, un endroit mal limité qui se colore plus fortement par l'hématéine : on le voit comme une tache un peu indistincte dans les noyaux *c, e* et *f*. A côté de cette tache il y a un endroit plus ou moins arrondi qui se colore au contraire uniquement par l'orange ou par des colorants semblables. Dans le noyau *d*, la partie colorée par l'orange est remplacée par une petite vacuole. Cette vacuole est portée vers la surface dans le noyau *g*. En effet, il est assuré par plusieurs observations que les parties oranges sont remplacées par des vacuoles. Nous avons à regarder la formation des parties oranges comme la première étape de la formation des vacuoles. Une liquéfaction des parties oranges se réalise. Il en résulte probablement une solution colloïdale de la substance ; celle-ci se transforme peut-être en même temps chimiquement. L'aspect des vacuoles qui se détachent nous a fait supposer déjà (p. 8) que les vacuoles enferment des substances colloïdales.

On voit le dernier stade du développement de la vacuole entre le noyau dans le cas de *g* ; elle se transporte vers la surface d'où elle est expulsée ensuite.

L'autre sorte de noyaux pleins est représentée par les noyaux *a* et *b*. Ils se distinguent

(1) L'objet avait été fixé par le liquide de BOUIN.

au premier abord par la grandeur ; ils sont plus petits que les noyaux pleins décrits précédemment.

Les noyaux *a* et *b*, de forme arrondie, sont remplis d'une substance compacte, diffusément colorée. Dans le milieu, on voit pourtant une (*a*) ou deux (*b*) vacuoles ; autour de celles-ci, est arrangée d'une façon plus ou moins radiaire une substance qui se colore très distinctement par l'hématéine. Ces noyaux n'émettent probablement pas de vacuoles ; autour du noyau *a*, on n'en voit pas du tout ; en *b*, on voit deux vacuoles, dont l'apposition au noyau est sûrement secondaire. Les vacuoles de l'intérieur du noyau jouent ici probablement un rôle tout autre que dans les noyaux pleins décrits premièrement.

Enfin nous allons étudier quelques noyaux vésiculeux *h*, *i*, *j*, représentés dans notre figure. Ils sont, en général, plus grands que les noyaux pleins ; on y voit dans un suc nucléaire abondant des filaments ou des tronçons d'une substance colorée assez fortement

par l'hématéine. Dans *h* et *j*, il y a une vacuole presque centrale entourée de substance colorée autour de cette vacuole, on voit un arrangement plus ou moins radiaire des tronçons de la caryotine.

La figure 9 nous confirme les résultats obtenus par l'examen précédent ; mais, représentant un stade de quelques jours plus âgé, elle va nous donner, en outre, quelques faits nouveaux. Le noyau *a* appartient au type vésiculeux ; *b*, *d*, *e* sont des noyaux pleins : on observe la substance diffusément colorée ; dans le noyau *b*, se voit la tache colorée plus fortement par l'hématéine ; à côté de celle-ci, on voit la partie arrondie, colorée ici par

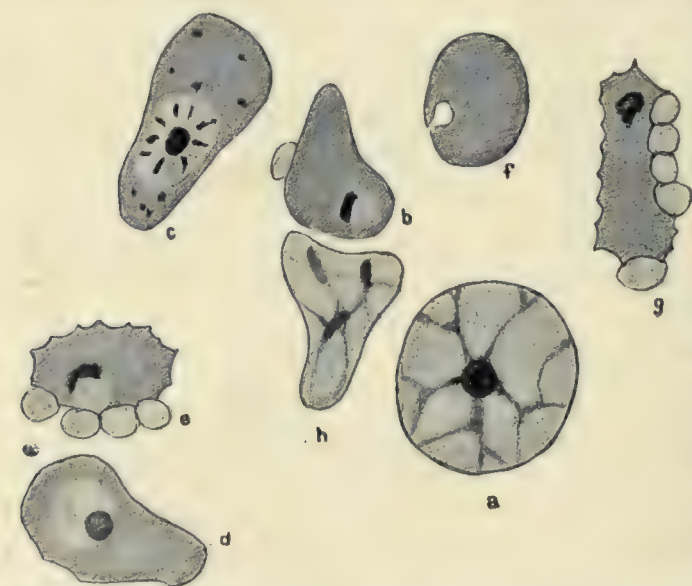


Fig. 9. — Des noyaux de l'intestin moyen d'une larve d'*Echinus*, âgée de douze jours. Matériel fixé.

l'éosine, qui représente le premier stade de la formation de la vacuole. Dans le noyau *e*, cette dernière partie était moins prononcée ; en *d*, elle se voit bien, mais semble moins distincte ; par contre, la partie colorée plus fortement par l'hématéine s'y voit très distinctement : elle est de forme arrondie. Enfin regardons le noyau *c* : il y a, au centre, une partie de forme ovale contenant du suc nucléaire ; dans le milieu de cette partie, on voit un nucléole ; autour de celui-ci il y a des tronçons de caryotine arrangés radialement. La partie centrale se voit entourée d'une couche de substance compacte colorée par l'éosine ; mais on y trouve dispersés quelques morceaux de substance colorée par l'hématéine. Les noyaux *e*, *d*, *c* forment probablement les étapes d'une série de transformations. Mais, avant de regarder cette question spéciale, il faut faire quelques considérations plus générales sur la signification des différents types de noyaux observés.

Il est évident que les noyaux pleins et les noyaux vésiculeux présentent deux stades

de la transformation cyclique à laquelle sont soumis les noyaux de l'intestin moyen. Voici l'idée que nous nous en sommes faite : les noyaux remplis par la substance compacte sont pour ainsi dire bien nourris ; par le procédé décrit ci-dessus, la substance compacte se transforme en vacuoles. Enfin il en résulte des noyaux assez petits ; dans les derniers (la deuxième espèce des noyaux pleins), une ou deux vacuoles centrales se forment ; des tronçons de substance colorée par l'hématéine s'arrangent radiairement par rapport à la vacuole, comme il a été déjà décrit. Les petits noyaux se vacuolisent davantage en s'accroissant considérablement. Nous en voyons des stades dans les noyaux de la figure 8, *h, i, j*. Les noyaux vésiculeux résorbent et transforment dans leur intérieur des substances de la nourriture. Enfin ils rapetissent par l'émission des enclaves et la série recommence.

Dans la série des noyaux *e, d, c* de la figure 9, nous avons un nouveau moment qui n'entre qu'à un stade plus avancé du développement. On voit se différencier dans la substance compacte un îlot (*e*) qui prend de plus en plus une forme arrondie (*d*) ; à côté de la formation décrite que nous avons qualifiée plus haut de nucléole, il se forme une vacuole. Dans le noyau *c*, le nucléole, entouré des tronçons de caryotine, est situé au milieu de la vacuole. Il est évident qu'il s'agit, dans ce cas, d'une désagrégation de la masse compacte ; les parties colorées par l'hématéine se séparent de celles qui se colorent par l'éosine ou l'orange ; celles-ci se condensent pour former des tronçons. La plus grande partie de ces structures sont transportées vers le centre et s'arrangent de manière décrite et figurée autour du nucléole. Il se forme de cette façon pour ainsi dire un noyau dans le noyau. Nous nous arrêtons sur ce point pour revenir plus loin sur ce même phénomène.

Ici se pose une question de terminologie : nous nous sommes servis en ce qui précède de la désignation de « caryotine ». LUNDEGÅRDH (*l. c.*) adopte, comme il a été mentionné plus haut, ce terme pour comprendre et remplacer les notions de chromatine et de linine. La critique de ces notions était fondée, en partie, sur un examen des méthodes de la coloration ; en outre de la caryotine, les cellules contiennent comme éléments formés les nucléoles. Maintenant nous avons étudié un état de choses très compliqué et difficile à comprendre dans le schéma. Nous avons désigné comme caryotine toutes les substances en forme de filaments ou de tronçons ; ces substances se colorent par l'hématéine. Le nom de nucléole a été employé pour les formations arrondies dépassant une certaine grandeur ; la coloration n'a pas été prise en considération, mais, dans tous les cas regardés jusqu'ici, le nucléole a été plus ou moins intensément coloré par l'hématéine. Regardons maintenant le noyau *h* de la figure 9 ; dans ce noyau, il n'y a pas de nucléole, mais on y voit quelques tronçons grossiers qui sont plus fortement colorés que les autres éléments du noyau. Si ces tronçons prenaient une forme arrondie, ils pourraient passer sous le nom de nucléoles. On voit donc que ce terme n'est pas très bien défini dans notre cas.

Enfin nous avons trouvé des substances appelées des noms neutres, comme substance diffusément colorée, substance compacte, etc. Dans ce qui suit, nous allons nous servir des désignations de caryotine et de nucléole, classification d'après la forme des éléments ; mais, comme il a été déjà mentionné, on trouve dans les noyaux des substances qui ne peuvent pas être comprises sous aucune de ces désignations. Nous les désignons comme des enclaves. Pour caractériser les substances, il faut se servir encore de leur comporte-

ment par rapport aux colorants. Ainsi nous allons distinguer les substances basophiles et acidophiles. Mais ces termes n'ont rien d'absolu ; des substances acidophiles avec une méthode de coloration peuvent être basophiles avec une autre, etc. Les termes valent alors seulement par rapport à un mode de coloration déterminée.

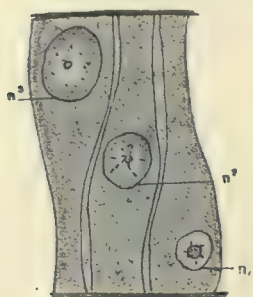


Fig. 10. — Schéma d'une coupe optique d'une partie latérale de l'intestin moyen d'une larve d'*Echinus*. Matériel fixé

Le problème suivant se présente : les substances basophiles peuvent-elles être transformées en des substances acidophiles. Le problème est formulé en vue du procédé de la formation des vacuoles. Il a été constaté ci-dessus que les vacuoles se différencient d'abord dans la masse compacte comme un îlot acidophile. Il y a deux cas possibles alors : 1° les îlots acidophiles proviennent d'une *séparation* du matériel acidophile de la substance compacte ; 2° ils sont les produits d'une *transformation* de la substance compacte dans laquelle participent autant du matériel acidophile que du matériel basophile ; mais le produit devient acidophile. Les observations décrites jusqu'ici ne

peuvent pas donner la clef de ce problème.

Nous allons voir maintenant que les phénomènes décrits se modifient quelque peu dans la suite du développement.

La description suivante se rapporte à des larves au stade à trois paires de bras ; le rudiment échinien ne s'est pas encore formé. Le stade mentionné est caractérisé par une vive croissance générale de la larve. La pigmentation augmente considérablement ; tout indique que nous avons un stade d'une vive activité physiologique.

Dans l'intestin moyen, des changements assez prononcés se produisent à cette étape du développement. D'abord un accroissement considérable se réalise. Les points de départ des baguettes dorsales du squelette ont été poussés cependant de plus en plus en arrière. Sous cet effet, et à la suite de l'accroissement de l'intestin moyen, les baguettes mentionnées se plongent dans les deux parties latérales de l'intestin moyen. Nous renvoyons d'ailleurs, pour ce phénomène, à notre communication préliminaire sur « l'effet de l'inanition » page 15, 1912 *b*. A la suite du phénomène mentionné, il se forme de chaque côté un pli de la paroi qui fait saillie dans le lumen. En même temps, les cellules s'arrangent des deux côtés, de la manière représentée dans la figure 7 *a* de notre travail cité ou dans la figure schématique 10 de ce mémoire : les noyaux sont arrangés en deux ou trois assises ; le plasma est concentré pour la plus grande partie autour du noyau. Il est intéressant de voir que l'épaississement résultant du phénomène décrit est plus grand du côté gauche que du côté droit de l'intestin. Il s'ensuit que le nombre des cellules sur une certaine surface est plus grand du côté gauche.

Ce fait a un intérêt pour la différenciation morphologique, étant donné le fait que le rudiment échinien se développe du côté gauche de la larve. Les conditions de la nutrition du rudiment échinien sont facilitées de cette manière. Ajoutons seulement que la partie postérieure de l'intestin moyen est à ce stade relativement moins développée. Nous n'avons ici qu'une seule assise de noyau ; le corps de la cellule est plus aplati. Ce fait est d'autant plus remarquable qu'aux stades précédents la partie postérieure de l'intestin moyen est beaucoup plus développée que les parties latérales.

Nous allons étudier maintenant les noyaux de quelques cellules latérales de l'intestin moyen. On en retrouve dans les figures 11 et 12. Regardons d'abord la figure 11. L'objet avait été fixé par le liquide de BOVIN, coloré ensuite par l'hématéine et l'éosine. On remarque deux espèces de noyaux représentées dans la figure dont les différences ne sautent pas trop aux yeux. Dans l'une, nous avons des nucléoles très grands et presque uniformément colorés (la cellule *a*) ; il n'y a presque pas de filaments dans le noyau ; on voit seulement quelques tronçons effilés au bout libre qui sont attachés au nucléole. Dans le noyau de la cellule *b*, les filaments commencent à se développer. On remarque sur les filaments des corpuscules plus intensément colorés. En outre, le nucléole a décrû. Il en est ainsi à un degré encore plus haut dans les autres noyaux de la figure. Dans les derniers on voit, en outre, des vacuoles qui se sont formées tout près des nucléoles, ainsi que nous l'avons étudié dans la figure 7. En même temps les nucléoles commencent à se colorer moins intensément par l'hématéine ; pour cela, les filaments sont un peu plus développés et on voit autour des nucléoles un nombre plus grand des particules intensément colorées. Évidemment, les vacuoles sont expulsées du noyau ; on en voit dans le plasma de plusieurs cellules. Sur la figure schématique 10, on voit la position des noyaux décrits dans la paroi de l'intestin. Le noyau n^1 à grand nucléole est situé le plus près du lumen, tandis que le noyau à nucléole moins dense n^2 a, en général, une position un peu plus éloignée du lumen. Du côté de la paroi qui re-

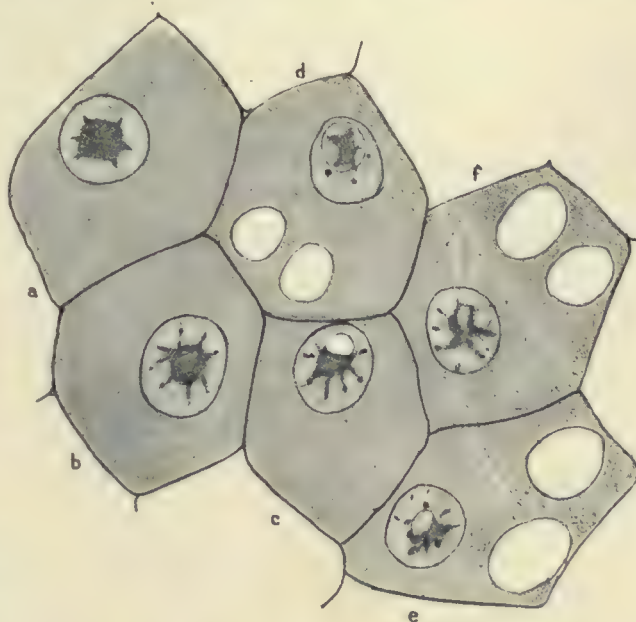


Fig. 11. — Des cellules de l'intestin moyen d'une larve d'*Echinus*; partie latérale; les noyaux rapprochés du lumen. Matériel fixé.

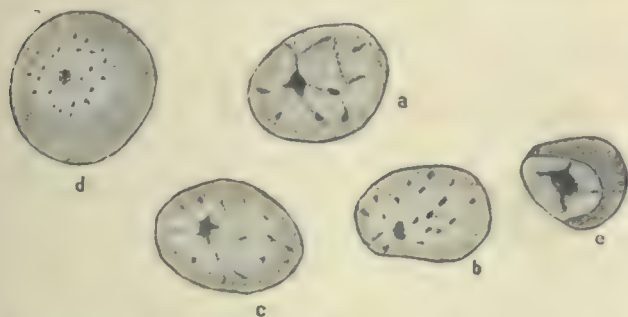


Fig. 12. — Des cellules de l'intestin moyen d'une larve d'*Echinus*; partie latérale; les noyaux rapprochés de la cavité du corps. Matériel fixé.

garde la cavité générale on trouve des noyaux d'un type représenté dans la figure 12. Nous les examinerons dans l'ordre donné par les lettres. Dans le noyau *a*, les filaments se sont développés encore davantage que dans aucune cellule de la figure 11. Les filaments sont en continuité. On voit des endroits plus intensément colorés. Il y a, en outre, surtout à la périphérie du noyau, un précipité coloré très faiblement par l'éosine. Le nucléole duquel les filaments semblent sortir est devenu petit en comparaison des nu-

cléoles étudiés dans la figure 11. En outre, on doit remarquer la forme anguleuse du nucléole. Les noyaux du côté regardant la cavité du corps se distinguent, en outre, par leur grandeur dépassant considérablement celle des noyaux plus voisins du lumen de l'intestin ; on le voit le mieux sur la figure schématique 10.

En examinant le noyau *b* de la figure 12, on trouve un état de choses un peu autre que dans le noyau *a*. D'abord le nucléole est plus isolé et moins anguleux ; il est pourtant d'une forme quelque peu allongée. Les filaments ont subi un grand changement : ils ne sont plus en continuité : ils se sont isolés en des tronçons assez fortement colorés par l'hématéine, qui sont d'une grandeur presque uniforme. Les tronçons se sont arrangés en files situées radiairement ou plutôt en éventail par rapport au nucléole. On retrouve le précipité, coloré par l'éosine. Étudions maintenant le noyau *c*. Les tronçons se sont éloignés davantage du nucléole ; les files se sont rompues ; les tronçons présentent des grandeurs assez différentes. Pour cela, la quantité de la substance colorée par l'éosine a augmenté considérablement. Le nucléole est d'une forme quelque peu anguleuse. On voit encore quelques courts filaments ou tronçons attachés à celui-ci. Autour du nucléole se trouve un espace entièrement libre de substance éosinophile. Enfin, chez le noyau *d*, des changements ultérieurs se sont réalisés ; le petit nucléole s'est arrondi. Les tronçons, réduits presque aux granules, bordent l'espace libre autour du nucléole. Le noyau s'est agrandi de beaucoup ; il est, pour la plus grande partie, rempli par la substance éosinophile.

Dans le noyau *e*, on retrouve presque le type *a* de la figure 11 ; mais le noyau est plus petit et il est coiffé d'un côté par un croissant de substance éosinophile ; celui-ci est enfermé pourtant dans l'enceinte de la membrane nucléaire ; seulement une membrane nouvelle s'est formée entre le croissant et le reste du noyau.

Voici alors la reconstruction de la série de transformation des noyaux qui viennent d'être décrits : les noyaux situés tout près du lumen de l'intestin ont un grand nucléole ; il se forme aux dépens de celui-ci : 1° des filaments avec des particules intensément colorées ; 2° des vacuoles qui sont expulsées dans le plasma. Il faut se former alors l'idée suivante : la nourriture absorbée par le noyau, situé près du lumen, est transformée en substance nucléolaire ; seulement, il faut se rappeler que le nucléole est probablement ici une conglutination de substances chimiquement différentes. Le noyau s'éloigne quelque peu de la surface regardant le lumen, en même temps que commence la destruction du grand nucléole. Il est pourtant très probable que la résorption de nourriture par le noyau continue. Enfin, la formation des vacuoles cesse ; le noyau a grandi considérablement, comme il résulte pour les noyaux représentés dans la figure 12, situés du côté de la cavité du corps. Chez les derniers, nous trouvons un procédé quelque modifié : il y a lieu toujours à une émission des substances du nucléole qui rapetisse considérablement. L'émission résulte d'abord dans la formation des filaments continus ; mais ceux-ci se transforment en des tronçons isolés, mais arrangés d'abord en files. Il résulte de nos observations *que les tronçons basophiles se transforment en la substance acidophile* qui s'est déposée dans la périphérie du noyau. Cette substance forme enfin une couche qui ne laisse libre qu'un espace autour du nucléole. Nous avons observé déjà, à un stade plus jeune, un état de choses

rappelant beaucoup celui que nous venons de décrire. Dans la figure 9, le noyau *c* ressemble beaucoup, par exemple, au noyau *c* de la figure 12. Il faut se figurer que le noyau *c* de la figure 9 représente un stade de transition dans le mode de la transformation du noyau de l'intestin moyen.

Faisons d'abord une comparaison entre les procédés représentés dans la figure 8 et les procédés que nous venons de décrire en suivant les figures 11 et 12.

Pour abrégé, nous parlerons dans ce qui suit des types 1, 2 et 3 de la transformation des noyaux de l'intestin moyen. Le premier type se rapporte aux procédés décrits d'après les figures 1 et 7; une expulsion de granules et de vacuoles se réalise; mais on ne peut pas distinguer des cycles définis de rapetissement et d'agrandissement. Le type 2 de la transformation se retrouve essentiellement dans les noyaux de la figure 8. Enfin le type 3 est représenté par les noyaux des figures 11 et 12. Nos considérations se rattachent pour le moment aux types 2 et 3.

Rappelons que nous avons distingué chez le type 2 des noyaux pleins et des noyaux vésiculeux. Cette distinction ne peut se faire pour les noyaux des figures 11 et 12. Il est vrai que la substance acidophile remplit enfin une grande partie du noyau (les noyaux de la figure 12); mais il reste une partie libre de cette substance autour du nucléole; dans le type 2, le noyau est complètement rempli de substances qui possèdent, en outre, d'autres qualités que dans le type 3 par rapport à l'absorption des colorants: elle prend autant l'éosine que l'hématéine et se classe, par suite, comme un mélange des substances acido-et basophiles. Mais, même en admettant une assimilation entre les deux types des noyaux en question, il reste toujours une différence: les noyaux pleins du stade 2 élaborent et émettent continuellement les vacuoles, tandis que, au stade 3, la formation des vacuoles semble tout à fait cesser après la déposition d'une certaine quantité de la substance éosinophile. Enfin la reconstitution du noyau se fait dans le type 2 par une condensation du matériel basophile autour d'une vacuole centrale; dans le type 3, le nucléole, étant arrivé à un minimum, il se reconstitue et s'accroît de nouveau (*e*, fig. 12); le matériel basophile se condense dans la nucléole.

Nous nous sommes proposé ci-dessus de démontrer que le noyau *c* de la figure 9, représente un stade de transition entre les types 2 et 3. Ce noyau rappelle, comme il a été déjà mentionné, le noyau *c* de la figure 12. Il se distingue des noyaux du type 2 par l'existence d'une substance uniquement éosinophile qui contient, il est vrai, quelques tronçons de substance basophile; mais ceux-ci sont bien limités et distincts. D'ailleurs, le nucléole se trouve dans un espace libre qui est entouré de substance éosinophile. Autour du nucléole on voit des tronçons de substance basophile, arrangés radiairement par rapport à celui-ci. Il y a deux cas possibles: 1^o nous avons devant nous un stade d'émission des substances du nucléole; 2^o la partie centrale avec le nucléole et les caryosomes représente un stade de reconstitution du noyau; les caryosomes seraient alors organisés par une séparation du matériel basophile de la substance compacte. Dans le premier cas, les tronçons basophiles continuent à se transformer en substance acidophile; enfin la dernière remplit peut-être le noyau presque complètement. Il résulte alors un noyau rempli de substance acidophile, mais avec un nucléole basophile. La substance acidophile peut être émise par

une vacuolisation. Dans le deuxième cas, une réorganisation est en train de se réaliser ; le noyau se trouve dans un stade comparable à celui du noyau *d* de la figure 12 ; l'émission des substances du nucléole a cessé. La couche acidophile sera enlevée par un procédé que nous allons connaître chez le type 3.

Il n'est pas possible de décider entre les deux points énoncés. Dans les deux cas, les procédés représentent pourtant un type de transition entre les types 2 et 3.

La figure 13 donne quelques noyaux de l'intestin moyen d'une larve un peu plus jeune que celle que nous venons d'étudier. Ces noyaux ne sont pas situés aux bords latéraux de l'intestin comme dans le cas précédent ; par suite, nous n'avons pas la stratification des assises des noyaux ; ils sont situés plus ou moins dans un plan. Bien que la larve soit à très peu près du même stade que la larve précédente, nous trouvons ici un type moins spécialisé du phénomène de la transformation des noyaux.

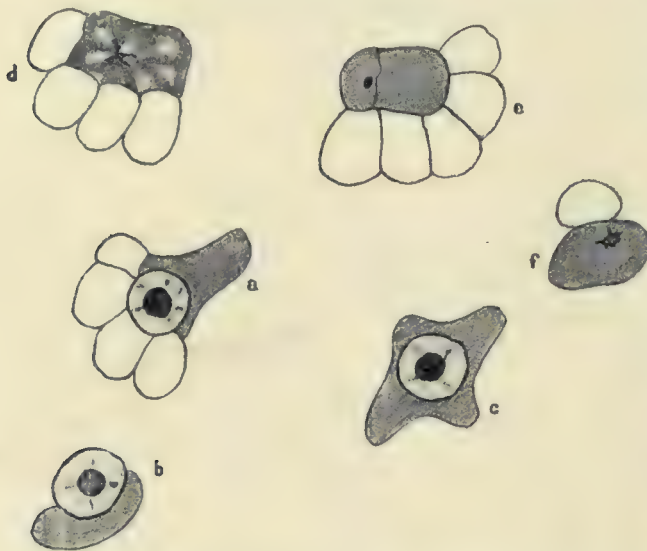


Fig. 13. — Des noyaux de l'intestin moyen d'une larve d'*Echinus* à trois paires de bras. Matériel fixé.

L'objet de notre figure 13 avait été fixé par le sublimé-acétique, puis coloré par le mélange de BIONDI. Ce colorant donne des résultats de qualité assez variable. Mais une coloration réussie devient très nette. En regardant la figure, nous distinguons deux sortes de noyaux : l'une de type vésiculeux, avec un grand nucléole qui s'est coloré par le vert-lumière ; l'autre semble identique aux noyaux pleins du type 2.

Examinons d'abord les noyaux pleins. La substance appelée provisoirement « compacte » est acidophile : elle a absorbé les colorants acides : l'orange et le rubin, tandis qu'une particule de forme plus ou moins irrégulière s'est colorée par le vert-lumière. Rappelons que, dans le type 2, la substance compacte a été diffusément colorée par l'hématéine et l'éosine ou l'orange ; elle a montré alors un caractère mixte par rapport aux colorants. Dans le type 3, au contraire, nous avons observé une substance homogène et uniquement acidophile.

La coloration par le vert-lumière est plus élective que celle par l'hématéine. Également dans les stades plus jeunes, la substance compacte se montre comme acidophile par rapport au liquide de BIONDI.

On voit dans le noyau *d* de notre figure que la substance acidophile est d'abord plus ou moins filamenteuse ; mais les filaments s'épaississent et s'entassent de plus en plus. Avec la coloration de BIONDI, on croit pourtant découvrir une certaine structure, même aux stades très avancés de la formation de substance qui semble *compacte* à la coloration par l'hématéine-éosine. Il faut y joindre quelques considérations sur l'état dans le vivant

de la substance acidophile. Nous avons étudié la formation des vacuoles du côté des noyaux pleins. Ces vacuoles prennent leur origine dans l'intérieur du noyau; ensuite elle sont transportées vers la surface. Ce transport ne pourrait pas s'effectuer dans une substance trop dense. Il faut s'imaginer, par suite, que la substance éosinophile possède dans le vivant un caractère plus ou moins liquide. Deux cas sont possibles : 1^o il y a une substance colloïdale, gélatineuse, dans laquelle les vacuoles peuvent passer; ou bien elles peuvent être transportées par des courants de la substance gélatineuse; 2^o la substance éosinophile se compose de petits granules mobiles entre eux; au transport des vacuoles, les granules se refoulent; à la suite de la fixation, les granules se fusionnent en une substance apparemment compacte. Le premier point nous semble rendre le mieux compte des faits; il est, en outre, très probable que les vacuoles sont transportées vers la surface par des courants.

En regardant les noyaux *b* et *c* de la dernière figure, il est évident qu'ils sont à assimiler avec le noyau *e* de la figure 12. Il y a une partie vésiculeuse coiffée dans *b* d'un côté par la substance acidophile, tandis que le noyau *c* est bordé tout autour par cette substance. On peut se persuader ici que *la partie vésiculeuse s'est entourée d'une membrane*. Comment se produit ce phénomène de la formation d'une nouvelle membrane? Regardons d'abord encore une fois la figure 12. Nous remarquons que le nucléole est situé dans tous les noyaux un peu excentriquement. Par suite, la masse acidophile a plus ou moins la forme de croissant. La partie vésiculeuse s'entoure d'une membrane qui la limite vers la partie acidophile. On y retrouve alors le même phénomène que dans le cas de la figure 13.

Nous ne savons rien sur la nature de la membrane nucléaire. R. HERTWIG (1898) suppose que, chez *Actinosphærium*, la membrane représente une condensation du réseau nucléaire achromatique. S'il y a un réseau de nature non caryosomique, il consiste probablement en produits condensés du suc nucléaire. En effet, il nous semble très probable que la membrane se forme par une condensation de substances du suc nucléaire. La condensation se fait probablement suivant le théorème déjà cité de GIBBS-FREUNDLICH : les substances qui abaissent la tension superficielle se ramassent dans la surface. La membrane est en une sorte d'équilibre avec l'intérieur du noyau; il va résulter de nos observations que cet équilibre est très sensible. L'équilibre altéré, la membrane peut disparaître et les substances formant la membrane se dissolvent.

La membrane qui vient de se former dans le cas décrit a des contours très nets. On le voit surtout aux noyaux *b* et *c* de la figure 13. De la manière décrite, *un noyau se forme dans l'intérieur de l'ancien noyau*. Enfin, les parties situées en dehors de la membrane sont repoussées et le noyau intérieur devient libre. On en voit des stades dans les noyaux *c*, *a*, *b*. En *c*, le noyau intérieur est entouré encore de tous les côtés de la substance acidophile comme déjà mentionné; dans le noyau *a*, il y a d'un côté un cône de la substance acidophile, mais des autres côtés on voit seulement des vacuoles; nous croyons que ces vacuoles sont produites par une transformation de la substance acidophile. Nous en aurons des preuves dans la suite. Enfin, le noyau *b* est coiffé seulement d'un côté de la substance acidophile arrangée sous forme d'un croissant. Chez le noyau *e* de la figure 12,

un état de choses s'est réalisé assez semblable à celui du noyau *b* de la figure 13.

Voici l'idée que nous nous sommes formée sur le mécanisme du phénomène décrit : aussitôt que la membrane nouvelle a été formée, le noyau intérieur devient mobile ; les noyaux sont capables des changements très considérables de leur position dans la cellule ; nous en avons déjà étudié des cas ; les mouvements sont en partie de nature active. Nous sommes de l'avis que les noyaux intérieurs quittent, pour ainsi dire, les anciens noyaux par des mouvements actifs. Mais quelle en est la cause ? Nous nous en sommes fait une idée en comparant notre cas avec les phénomènes qui se produisent chez des œufs de l'oursin traités par l'eau de mer avec des quantités insuffisantes d'oxygène. Dans le cas des œufs fécondés, la division protoplasmique cesse ; les noyaux peuvent continuer encore à se diviser ; mais bientôt ils émigrent vers la surface de l'œuf en refoulant souvent celle-ci en pseudopodes. Également, dans les œufs non mûrs, les noyaux se séparent du protoplasma. Il est très probable que les phénomènes mentionnés se produisent sous l'effet d'un *oxygénotactisme* du noyau. La tension de l'oxygène n'est pas suffisante dans l'intérieur de l'œuf ; les noyaux émigrent dans la direction d'une augmentation de la tension de l'oxygène. On pourrait oser assimiler aux observations relatées dernièrement les phénomènes décrits plus haut chez les noyaux de l'intestin moyen. Remarquons d'abord que la partie enchylématique avec le nucléole est toujours située un peu excentriquement (voir la figure 12). Toutefois, avec l'épaississement souvent énorme de la substance acidophile, l'échange des matières de la partie enchylématique doit être rendu de plus en plus difficile ; il va sans dire que l'échange des matières est le plus vif dans la partie enchylématique. Étant devenu mobile par la formation de la membrane, le noyau intérieur se comporte comme les noyaux dans le cas des œufs manquant d'oxygène : il émigre dans la direction d'une augmentation de la tension d'oxygène ; seulement la migration est accompagnée de difficultés plus grandes que dans le cas des noyaux de l'œuf ; la substance ambiante est plus dense. Enfin la surface du noyau intérieur devient libre au moins d'un côté, comme dans le cas du noyau *b* de la figure 13 et dans le noyau *e* de la figure 12. Enfin les noyaux devenus tout à fait libres de la substance acidophile ambiante émigrent vers la partie de la cellule regardant le lumen de l'intestin. Il n'est pas impossible que, dans ce cas, la tension de l'oxygène joue également un rôle : dans l'intestin moyen, il y a une circulation d'eau qui amène toujours de nouvelles quantités d'oxygène ; mais il est également probable que le noyau cherche près du lumen la partie de la cellule la plus riche en particules nutritives ; celles-ci sont assaillies et transformées, et la série recommence.

Nous allons continuer maintenant l'examen des noyaux représentés dans la figure 13. En ce qui précède, deux sortes de noyaux ont été distingués : les noyaux pleins et les noyaux vésiculeux. Les derniers ont déjà été décrits et discutés longuement ; il nous reste encore quelques considérations à faire concernant les premiers. Il est évident que ces noyaux prennent leur origine des noyaux comme *b*, tout à fait assimilables aux noyaux de la figure 11. La partie basophile du nucléole émet des filaments et des caryosomes qui sont transformés en substance acidophile ; celle-ci augmente par suite de plus en plus, tandis que le nucléole rapetisse. Nous avons déjà discuté quelque peu la différence

entre la coloration par l'hématéine et la coloration par le vert-lumière: celle-ci semble plus élective. La différence de l'action des deux colorants donne un moyen de distinguer encore de différentes parties du noyau. La partie hématophile de la substance compacte n'est pas colorée par le vert-lumière. Par suite, il doit exister une certaine différence entre la substance hématophile faisant partie de la substance compacte et celle déposée dans le nucléole ou formant les caryosomes. Celle-là est transformée en substance acidophile. Il semble que, dans le développement plus avancé, cette substance de transition ne joue pas le même rôle : elle est probablement formée, mais persiste moins longtemps ; la substance acidophile n'est pas mêlée avec des substances basophiles. Il est probable que nous avons dans le cas décrit une transformation de substances dans la série suivante : substance colorée par l'hématéine ainsi que par le vert-lumière, — substance colorée par l'hématéine, acidophile par rapport au mélange de BIONDI, — substance uniquement acidophile, — substance des vacuoles.

On se demande : quelle est la nature des changements indiqués par les réactions différentes vers les colorants ? Il y a deux cas possibles : 1^o les changements sont de nature chimique ; ou 2^o ils sont de nature physique. La vérité réside probablement dans tous les deux points. Des changements chimiques se produisent probablement sous forme d'une hydrolyse ou par un procédé analogue. En même temps un gonflement des substances se réalise.

Le schéma donné ci-dessus implique la solution de la question posée plus haut (p. 15) : d'où provient la substance des vacuoles. Nous avons déjà discuté cette question à plusieurs endroits : dans les noyaux de l'intestin de la larve âgée de trois jours, nous avons constaté que plusieurs parties du noyau participent à la formation de la vacuole. Pour les granules, nous avons laissé ouverte la question de savoir s'ils sont transformés en substance des vacuoles, ou non. Il semble évident, à en juger par les observations faites sur le vivant, que les granules sont expulsés dans le plasma. Au cours du développement, les granules autour des vacuoles nutritives se raréfient considérablement ; pour cela les vacuoles deviennent de plus en plus nombreuses pour bourrer enfin complètement chez les larves bien nourries les cellules de l'intestin moyen. Il est probable alors qu'une partie des substances formant d'abord les granules participent plus tard à l'élaboration des vacuoles.

Pour le type 2, nous avons laissé pendante la question relative à l'origine des vacuoles. Nous avons pu constater pourtant que les substances dont les vacuoles sont les produits de transformation ont le caractère acidophile. Il n'y a plus de doute maintenant que ces substances ne sont pas, du moins en partie, formées de substances d'abord basophiles.

Dans le noyau *c* de notre figure 13, les filaments autour du nucléole sont acidophiles. Les nucléoles colorés par le vert-lumière rapetissent au fur à mesure que la substance acidophile augmente en quantité (les noyaux *d, e, f*). En même temps des vacuoles ont commencé à se former. Il est évident que même la substance basophile par rapport au mélange de BIONDI est transformée en substance acidophile. Mais, comme nous avons distingué dans la substance colorée uniformément par l'hématéine deux sortes de substances, ne se pour-

rait-il de même que la substance colorée par le vert-lumière consiste en deux ou plusieurs sortes de substances? Il pourrait en être de moins compliquées qui sont transformées, tandis que le reste est d'une nature plus compliquée et persiste. D'autre part, on pourrait se figurer naturellement que la nourriture absorbée par le noyau est assimilée sous forme des substances les plus compliquées de la caryotine; mais les dernières seraient en grande partie décomposées dans la suite en des substances acidophiles, respectivement en substances formant les vacuoles. Mais, pour le dernier cas, on se demande: pourquoi toute la quantité des substances basophiles n'est-elle pas transformée en des substances acidophiles? C'est une question de nature très compliquée: on pourrait peut-être penser d'abord à un état d'équilibre chimique entre les produits de la décomposition et la substance non décomposée. Pour nous orienter sur la question, il faut recourir encore une fois à notre figure 12. Nous avons étudié l'émission des filaments et des caryosomes du nucléole. Il semble alors qu'il se produit une migration des substances vers la périphérie. Nous avons observé, en effet, plusieurs fois sur le matériel vivant des mouvements et des courants dans l'intérieur du noyau; nous allons revenir sur ce phénomène dans la suite. Mais il est évident, d'après nos préparations, qu'il existe un courant centrifuge très lent dans les noyaux étudiés; ce n'est qu'après être arrivées plus périphériquement que les substances émises du nucléole se transforment. De cette façon la couche de la substance acidophile devient plus ou moins périphérique. Nous touchons là à un point intéressant: il y a évidemment une certaine localisation des phénomènes chimiques dans l'intérieur du noyau; la transformation en substance acidophile se réalise dans la partie périphérique du noyau.

Comment faut-il se figurer maintenant le mécanisme de la localisation des phénomènes mentionnés?

Évidemment, les substances basophiles émises du nucléole sont dirigées en quelque sorte vers la périphérie. Le facteur qui les dirige doit résider dans le chémotactisme. Sous l'effet de ce facteur, la tension superficielle s'abaisse dans les parties des tronçons basophiles regardant la périphérie. De cette façon, ils peuvent se déplacer. En effet, on peut observer sur le vivant des mouvements amiboïdes des parties formées de l'intérieur du noyau (voir la figure 115, dans la partie expérimentale).

La question suivante se pose: Quelle est la nature du stimulant exerçant un chémotactisme sur ces substances basophiles émises par le nucléole? Nous pourrions constater souvent dans la suite que les substances expulsées ont un chémotactisme vers le plasma; par ceci, elles ont tendance à se ramasser dans la partie périphérique du noyau. Nous ne pouvons pas déterminer plus exactement la nature de ce chémotactisme; mais il est sûr qu'il existe.

En outre, il se pourrait qu'un chémotactisme de nature négative se produisît entre la partie persistante et la partie émise de la caryotine. D'abord ces substances sont évidemment mêlées; une séparation se réalise; les produits de la séparation se repoussent peut-être. Nous allons constater plus loin que cette répulsion entre des substances nucléaires est également un phénomène assez répandu.

L'idée s'est beaucoup propagée que la plupart des réactions chimiques dans la

cellule se réalisent sous l'effet de ferments; ceux-ci accélèrent les réactions d'une manière spécifique. En effet, cette idée rend plus compréhensibles beaucoup de phénomènes cellulaires. Il est alors très probable que la transformation en substance acidophile se fait sous l'influence d'un ferment. La localisation de ce ferment dans le noyau doit être également d'une certaine importance pour la localisation du phénomène de la transformation de la substance basophile.

En effet, on voit d'abord une formation de vacuole se produire à côté du nucléole (voir, dans la figure 11, les noyaux *c, d, e, f*). La formation de la vacuole doit être précédée de la formation de substance acidophile. Dans la suite, la formation cesse tout à fait près du nucléole; elle se localise dans la partie périphérique du noyau. Probablement une localisation du ferment dans la partie périphérique du noyau se réalise également. Ceci peut s'expliquer peut-être, à un certain degré, par le phénomène de l'adsorption. Le ferment est adsorbé probablement aux tronçons basophiles émigrés vers la périphérie. Les derniers gonflent probablement ici par l'imbibition avec de l'eau. Ce phénomène doit accélérer davantage la réaction de la transformation dans la partie périphérique du noyau. Dans le nucléole, les substances sont plus condensées; la condensation du nucléole augmente probablement davantage par la formation des vacuoles (voir, fig. 11, les noyaux *c, f*); la cessation de la formation des vacuoles près du nucléole est peut-être automatique; elle pourrait tenir à la condensation trop grande du nucléole. Dans un système contenant de l'eau en une quantité plus grande, des réactions chimiques doivent se réaliser à une vitesse plus grande; la diffusion doit être plus grande; une quantité plus grande des matières viennent en contact avec le ferment. Les conditions esquissées se réalisent probablement. La marche des phénomènes s'y accélère.

Une partie du nucléole reste toujours inaltérée; et alors nous revenons au point de départ des raisonnements précédents: pourquoi ce reste n'est-il pas transformé? Nous avons déjà indiqué qu'il y a deux cas possibles: 1^o le reste est d'une nature autre que le matériel émis; ou bien 2^o il est de la même nature que celui-ci.

Pour le premier point deux cas sont possibles: *a*) la substance non transformée en matériel acidophile est de nature permanente; à côté de celle-ci existe la substance émise dans la suite; mais il n'y a pas de transformation d'une substance dans l'autre; *b*) la substance qui est émise ensuite résulte des transformations de la substance restante. Il y aurait alors un équilibre chimique entre ces deux substances; cet équilibre dérangé de quelque sorte, l'une des substances se transforme en l'autre. Le point *b* s'approche beaucoup du point 2^o; la différence est seulement que dans le cas de *b*, nous avons admis un stade intermédiaire entre la substance restante et la substance acidophile, mais un stade intermédiaire qui se produit déjà dans le nucléole.

Dans le cas 1, *a*, la substance permanente doit jouer un rôle dans les synthèses dans le noyau. Les substances émises dans la suite se forment aux dépens du matériel résorbé; elles se déposent autour de la substance permanente; celle-ci jouerait alors un rôle fermentatif et localisant. Dans les cas 1, *b* et 2, la substance permanente après l'émission serait de nature transitoire, mais elle est toujours renouvelée. Nous avons abordé ici le problème du dualisme des substances du noyau, sur lequel nous allons

revenir. La substance permanente régénère le noyau, tandis que les substances émises sont expulsées ensuite dans le plasma.

Nos observations et discussions ont-elles pu fournir des dates capables de décider entre les cas possibles? Nous avons eu recours à une méthode de coloration encore

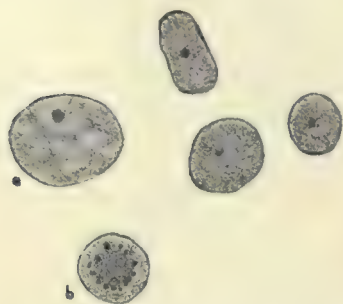


Fig. 14. — Des noyaux de l'intestin moyen d'une larve d'*Echinus*. Matériel fixé.

plus élective que celle de Biondi : le bleu de méthylène en combinaison avec de l'éosine. Les résultats se voient dans la figure 14. Il y a quelques stades différents des noyaux en transformation. Le noyau *a* nous donne un stade qui est à assimiler avec le noyau *d* de la figure 12. Ici on voit également un petit nucléole isolé, coloré par le bleu de méthylène; il est par suite basophile; l'autre substance du noyau, arrangée en cloissons grossières, entassées et entrecroisées, est acidophile. Il n'y a aucune différence avec ce qu'ont donné les méthodes précédentes. Dans le noyau *b*, il n'en est pas ainsi. Celui-ci correspond aux noyaux de la figure 11, ou plus précisément aux noyaux *a* ou *b* de cette

figure. La formation des vacuoles n'a pas commencé encore. Il y a deux sortes de substances : la masse principale est acidophile, tandis que des granules entourant la surface du nucléole se sont colorés par le bleu de méthylène. Par cette méthode il apparaît que le nucléole n'est pas un corps homogène, mais se compose de deux substances ou de deux groupes de substances. Cela nous fait éliminer le point 2 des cas possibles indiqués ci-dessus. Il nous reste encore à choisir entre les points 1, *a* et *b*. S'il y a un équilibre chimique entre les deux substances, cet équilibre doit se maintenir toujours ; aussitôt qu'une quantité de l'une des substances est enlevée, il doit s'en former de nouveau ; mais il n'en est pas évidemment ainsi. Dans le noyau *a* de la figure 14, il devrait se former alors à côté de la partie basophile du nucléole une partie acidophile. Si l'une des substances formant le nucléole représente un stade transitoire dans la formation de la substance acidophile par rapport au mélange de Biondi, on ne peut pas s'expliquer qu'une partie du nucléole reste inaltérée. Si elle était un stade transitoire de la synthèse des matières nutritives, le nucléole devrait se dissoudre au stade du noyau *d* de la figure 12 où il n'y a plus de nourriture résorbée. Toutes ces considérations parlent en faveur du point *a* : la substance permanente du nucléole n'est pas un stade intégrant dans la chaîne des synthèses et des décompositions résultant en la formation des combinaisons chimiques expulsées dans le plasma. Cette substance est d'une nature plus permanente et joue probablement un rôle fermentatif et localisant comme il a été déjà supposé ci-dessus.

Sans doute, notre argumentation n'est pas à l'abri d'objections. Des différences dans la coloration ne correspondent peut-être pas nécessairement à des différences chimiques. Le chémotactisme cesse peut-être aussitôt qu'une couche de substance acidophile d'une certaine épaisseur s'est formée ; ainsi, l'émission de substances du nucléole cesserait également.

Pourtant certaines données, dont il sera question plus loin, confirment l'idée émise

plus haut : les substances les plus compliquées de la caryotine ne font pas corps avec la chaîne des transformations des matières nutritives. La confirmation consiste dans une exception. Sous certaines conditions, les substances nutritives se transforment en les substances de la plus haute complication de la caryotine ; ces conditions amènent une division du noyau.

Une comparaison avec les résultats obtenus sur les cellules agonisantes de la figure 6 nous peut fournir peut-être quelques renseignements intéressant notre dernier problème. Les grands nucléoles des noyaux *a* et *c* de cette figure sont très probablement de nature mixte (voir p. 15). Ils se composent d'une partie caryosomique et d'une partie de nature « nucléolaire ». La dernière se décompose ; elle est, en quelque sorte, éloignée du noyau. La partie caryosomique persiste, on le voit, dans les noyaux *d*, *e* et *f*. Dans le dernier, il paraît que la partie caryosomique s'est contractée et isolée des autres substances enfermées dans le noyau. Il y a, par suite, un état de choses comparable à un certain degré à celui constaté dans le noyau *d* de la figure 12. Les granules éloignés du noyau, la partie caryosomique émet de nouveau les filaments ; l'assimilation recommence ; le nucléole reprend la nature mixte.

A ce propos, nous allons poursuivre la comparaison entre les résultats obtenus par l'étude du matériel agonisant avec ceux des études du matériel fixé. Au premier abord, il semble que ces résultats s'assimilent assez mal. Il faut se rappeler que les cellules agonisantes subissent naturellement certaines déformations. Le traitement dont nous nous sommes servis amène surtout un gonflement considérable des noyaux. En outre, une liquéfaction de certaines substances se produit sans doute.

Le noyau *g* de la figure 6 s'assimile bien aux noyaux de la figure 11. Nous avons déjà essayé de reconstruire le cycle d'évolution que parcourent les noyaux de la figure 6, Le nucléole s'accroît ; la masse filamenteuse augmente ; des granules se forment. Dans le matériel fixé, on observe parallèlement l'élaboration d'une substance apparemment compacte. On se demande : pourquoi n'observe-t-on pas de substance compacte dans les cellules agonisantes ? Il faut prendre en considération le gonflement énorme qu'ont subi les dernières cellules. Il se pourrait que la substance compacte soit liquéfiée à la suite de ce phénomène. Cette idée est extrêmement probable en raison des observations que nous allons relater plus loin. On pourrait se figurer peut-être que la substance compacte n'est que la substance filamenteuse représentée dans la figure 6, mais qui est normalement plus entassée. En effet, on peut découvrir comme mentionné quelquefois dans le matériel fixé, des traces d'un arrangement filamenteux de la substance compacte (voir le noyau *d* de la figure 13).

Pourtant, il nous semble plus probable que la substance compacte se dépose entre les filaments ; ceux-ci se transforment en substance compacte ; ainsi qu'il résulte de ce qui précède.

Probablement, les noyaux de la figure 6 correspondent de plus près au stade de la figure 8 ; à certains égards, ils se rapprochent pourtant des stades plus avancés. Le noyau *f* de la figure 6 présente une certaine ressemblance avec le noyau *a* de la figure 8. L'expulsion des substances se fait évidemment dans les deux cas par un rapetissement

continuel du noyau. Dans la dernière étape de ce phénomène, il y a principalement une expulsion de granules, à en juger d'après le noyau *f* de la figure 6. Nous ne les avons pas vus sur le matériel fixé ; mais il n'y a rien de plus naturel : les granules expulsés sont solubles dans l'alcool ; ils disparaissent par suite dans les préparations. Entre le noyau, les granules résistent probablement à l'action des réactifs ; mais ils s'entassent entre eux et avec la substance compacte.

La condensation de la caryotine en une masse presque arrondie nous rappelle les types des stades plus avancés, comme il a déjà été mentionné plus haut. Le noyau *g* de la figure 6 rappelle les noyaux de la figure 11. Mais, dans les stades plus avancés, le phénomène de l'expulsion des granules est remplacé, à un haut degré, par la formation d'une couche de substance acidophile de consistance probablement gélatineuse. On ne voit, chez les larves des stades plus avancés du développement, que très peu de granules dans le plasma des cellules de l'intestin moyen.

Le noyau *g* de la figure 6 rend probable que le noyau se débarrasse complètement des granules avant que l'accroissement commence. Le matériel filamenteux s'est concentré dans le nucléole, où il s'est transformé en granules ou d'autres produits de la transformation.

A cet endroit, il nous faut attirer l'attention sur une particularité de la membrane nucléaire : à la suite de la compression de notre larve, il s'est produit un gonflement énorme des noyaux, comme il a été décrit plus haut. Pourtant la membrane nucléaire n'a pas été déchirée. Cela indique ou une ductilité énorme de la membrane, ou une néoformation de la membrane, au fur et à mesure qu'elle s'étend. De ces cas possibles nous regardons le dernier comme le plus probable. Nous allons voir plusieurs exemples du phénomène dans ce qui suit.

Nous avons examiné seulement la reconstitution des noyaux du type *a* de la figure 8 et de ceux du type *d* de la figure 12. Les noyaux pleins des stades plus avancés, représentés par exemple dans la figure 13, n'ont pas été examinés à ce point de vue. La différence entre cette sorte de noyaux et les noyaux de type *d* de la figure 12, n'est pas grande : dans les premiers, tout le noyau est rempli de substance acidophile, ne laissant aucune place libre autour du nucléole qui reste ; dans les derniers, il reste un espace libre autour du nucléole. Il ne doit pas être une différence de nature principielle. Chez les noyaux complètement remplis de substance acidophile, une vacuole doit se former d'abord autour du reste basophile.

Comment faut-il s'expliquer la formation d'une vacuole ou d'une partie enchylématique autour de la substance basophile ? Des particules chromatiques expulsées dans le plasma s'entourent d'une vacuole d'après les indications de plusieurs savants (HAECKER, 1900, SCHILLER, 1908, etc.). Nous avons observé le même phénomène au cours de certaines expériences inédites. Il est évident que les substances en question sont autolysées en contact direct avec le plasma ; mais les produits de l'autolyse ne se mêlent pas avec le plasma ; par suite, il se forme une vacuole ; mais, par ce phénomène, l'autolyse s'arrête. Voici maintenant l'idée que nous avons émise sur la formation de la vacuole autour de la substance basophile : la substance acidophile se déposant en une couche trop large, les rapports

entre la membrane et l'intérieur du noyau sont dérangés; ces rapports se produisent par l'effet d'un équilibre chimique ou physique entre la membrane et l'intérieur du noyau (voir p. 25); la substance acidophile représente probablement une matière morte, c'est-à-dire qui n'assimile pas. Sous l'effet de l'altération des rapports mentionnés, la membrane perd ces qualités spéciales: la perméabilité normale entre le noyau et le plasma est altérée; la membrane est morte. Dans ce moment, les rapports entre l'intérieur du noyau et le plasma sont altérés également. Des facteurs agissent sur la substance basophile, qui ne le peuvent pas normalement: la substance basophile se trouve à un certain degré dans la même situation que la substance émise dans le plasma. Une autolyse commence; celle-ci résulte dans la formation d'une vacuole qui s'entoure d'une membrane suivant les conditions que nous avons déjà discutées plus haut.

La différence entre les noyaux des figures 11 et 12 d'un côté et ceux de la figure 13 de l'autre côté est en rapport avec leur position différente dans l'intestin. Les premiers sont situés, comme il a été dit, dans la partie latérale de la larve; le nombre de cellules sur une certaine surface est ici plus grand que celui dans la partie où se trouvent les noyaux de la figure 13. La hauteur des cellules des parties latérales permet des migrations assez étendues du noyau. Ces migrations ont facilité évidemment la séparation plus distincte de l'activité du noyau en deux phases, phénomène qui sera discuté ci-dessous: pendant l'une des phases, les noyaux sont plus ou moins rapprochés du lumen de l'intestin; pendant l'autre, ils sont contigus à la surface regardant le lumen. Dans la dernière phase, une assimilation ne se réalise évidemment pas. Tout au contraire, dans les noyaux du type de la figure 13, une assimilation se réalise jusqu'au moment de la reconstitution.

L'assimilation est compensée à un certain degré par l'expulsion de vacuoles. Toutefois l'assimilation excède l'expulsion. Enfin une certaine quantité de substance étant déposée dans le noyau, la reconstitution se réalise de la manière décrite.

Nous allons revenir sur une règle que nous pouvons formuler déjà: il y a un rapport intime entre l'intensité du fonctionnement des noyaux de l'intestin et le type de leur transformation. Nous avons distingué provisoirement en ce qui précède les types 1, 2 et 3 de la transformation. Nous allons seulement considérer maintenant les types 2 et 3; celui-là est représenté par les noyaux des figures 8 et 9; le type 3 est représenté par les noyaux des figures 11 et 12. Ces deux types sont attachés par des stades de transition. La différence la plus essentielle entre les deux types doit être le mode de reconstitution. Dans le premier type, il n'y a pas de couche périphérique qui est enlevée. Le noyau rapetisse à un minimum. Dans ce stade, le noyau grandit par un gonflement. La différence des deux modes de reconstitution réside probablement dans une différence de la nature des produits de la transformation. Dans le type 2, il se forme, outre des vacuoles, des granules. Les derniers sont complètement remplacés dans la suite par la substance acidophile probablement de nature gélatineuse. La figure 6 nous a montré que les noyaux qui s'approchent de la grandeur minimum sont remplis souvent de granules. Les derniers ne peuvent pas être enlevés en une couche continue. Il faut qu'ils soient expulsés par les tractus de la manière connue. Nous pouvons entrevoir alors les facteurs qui déterminent les modes différents de la transformation.

Nous allons revenir dans la suite sur les facteurs qui déterminent la nature physique des produits de la transformation : il se produit des granules denses ou des substances gélatineuses d'une nature moins dense sous des conditions différentes.

En ce qui précède, nous avons fait l'essai d'une analyse des facteurs déterminant les transformations cycliques de la grandeur des noyaux. Nous avons observé des variations considérables du quotient $\frac{\text{noyau}}{\text{plasma}}$ (*Kernplasmarelation* de R. HERTWIG, 1903). Dans le type des noyaux de la figure 8, un rapetissement continu se réalise par l'émission des enclaves. Dans le type des figures 11, 12 et 13, un changement plus soudain se produit par la formation d'une nouvelle membrane. Ce phénomène se répète automatiquement par des facteurs que nous avons essayé d'analyser.

On voit alterner des périodes de synthèse et des périodes de décomposition dans le noyau. Nous avons déjà considéré longuement le mécanisme de la décomposition. Nous sommes arrivés à la conclusion qu'un ferment accélère cette réaction.

Mais, pendant la période de synthèse, ce ferment semble inactif. Comment s'expliquer cet état de choses ? Il a été constaté que toute la partie périphérique du noyau est expulsée dans le plasma ; ne se pourrait-il alors que le ferment soit éliminé simultanément hors de l'activité dans le noyau ? Dans ce cas, le ferment doit être produit de nouveau dans chaque période de synthèse.

Mais, pour quelle raison la synthèse cesse-t-elle ? Nous avons déjà remarqué que les combinaisons chimiques aux dépens desquelles la synthèse se fait sont résorbées dans le noyau par diffusion. Nous ne pouvons nous expliquer les faits par des équilibres chimiques : il se produit un équilibre entre les combinaisons résorbées et les substances du nucléole ; mais, cet équilibre étant dérangé par la formation de la substance acidophile, il doit se rétablir. Il n'en est ainsi qu'à un certain degré. La substance acidophile se développe, mais le nucléole se réduit. Ce phénomène réside : 1^o dans ce que les ferments accélérant la synthèse deviennent inactifs, ou bien 2^o dans ce que le noyau ne résorbe plus de substances du plasma. Le second point nous semble plus probable ; nous sommes arrivés, dans ce qui précède, à la conclusion que la substance permanente du nucléole joue un rôle fermentatif pour la synthèse ; il est difficile de trouver les raisons d'une inactivité de cette substance. Quant au second point, il est très probable que les noyaux remplis de substance acidophile deviennent incapables de résorber ; la déposition de substance doit rendre les noyaux moins mobiles. La nourriture est absorbée dans le plasma, principalement sous forme de granules ; le noyau émet des processus vers les granules qui sont alors dissous. Ce procédé est rendu plus difficile par la réduction de la mobilité. En outre, un ferment capable de décomposition et de liquéfaction des granules doit être localisé dans la membrane nucléaire. Nous sommes déjà arrivés à la conclusion que les qualités de la membrane sont altérées par la déposition de la substance acidophile. Ces changements peuvent comprendre également la faculté de la membrane de dissoudre les particules du protoplasma. A ceci vient dans les noyaux du type de la figure 12 que les noyaux, dans le stade de la décomposition du nucléole, s'éloignent le plus possible de la surface regardant le lumen de l'intestin (p. 21).

Il résulte alors de ce qui précède que la synthèse cesse faute de matériel résorbé. Il va sans dire que les phénomènes considérés séparément de synthèse et de décomposition s'intercalent dans la réalité à un certain degré l'un dans l'autre : dans le commencement de la période de décomposition, la synthèse marche encore ; elle peut continuer plus ou moins longtemps suivant les conditions. Il est évident, comme il a été dit, que les deux périodes sont beaucoup plus distinctes chez les noyaux du type de la figure 12 qu'ils ne le sont dans les noyaux pleins. Dans les derniers, la formation des vacuoles continue plus longtemps que dans les premiers. On a l'impression que les noyaux pleins sont plus pressés, pour employer une expression vulgaire. Nous discutons là un problème déjà abordé plus haut : le rapport entre le type de la transformation cyclique du noyau et l'intensité de son fonctionnement. Il va résulter d'une manière très nette dans la suite que le nombre des noyaux pleins augmente dans les cas d'une disproportion entre le nombre total des noyaux et l'intensité de l'activité dans l'intestin moyen.

Nous allons étudier maintenant les noyaux de l'intestin moyen d'une larve à trois paires de bras, mais plus avancée dans le développement que les larves précédentes. Quelques noyaux sont représentés dans la figure 15.

Nous examinerons d'abord le noyau *a* qui nous présente un phénomène connu : à côté du noyau petit, allongé en forme de croissant, on voit une boule relativement grande de substance acidophile (l'objet avait été fixé par le liquide de BOUIN et coloré par l'hématéine en combinaison avec l'éosine). Autour de la boule acidophile, il s'est formé une vacuole ; à côté du noyau *b*, on aperçoit une grande vacuole dans le centre de laquelle se voit un morceau de substance acidophile ; nous avons ici alors sous les yeux un phénomène supposé déjà dans ce qui précède : la substance acidophile éliminée du noyau se dissout en formant des va-

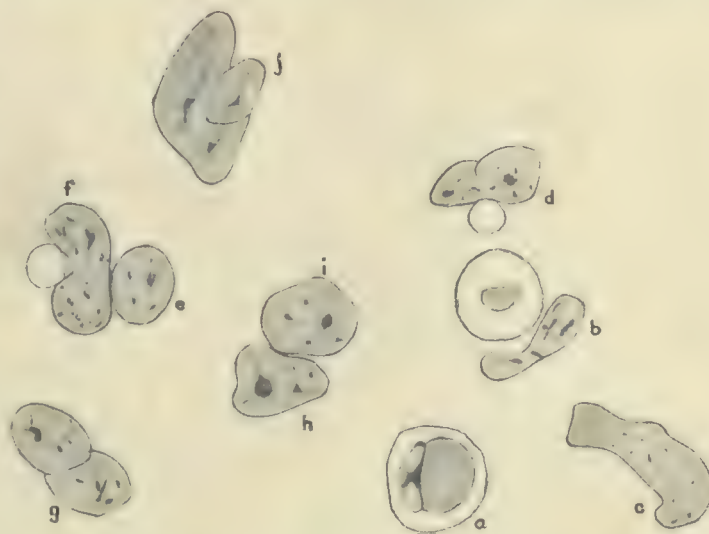


Fig. 15. — Des noyaux de l'intestin moyen d'une larve d'*Echinus* d'un stade à trois paires de bras. Matériel fixé.

cuoles ; celles-ci deviennent très grandes par gonflement, de sorte qu'elles remplissent enfin presque complètement le plasma des cellules bien nourries. Le petit noyau *a* contient une conglutination basophile de forme irrégulière ; la membrane ou plutôt les parties périphériques du noyau sont très fortement colorées par l'hématéine. Le noyau *c* est de forme allongée et assez irrégulière. Dans le noyau, il s'est déposé de la substance acidophile. En outre, on voit dans l'intérieur des particules colorées par l'hématéine ; celles-ci sont ramassées surtout dans les deux bouts du noyau allongé. On pourrait y voir des indications d'une bipolarité du noyau. Celle-ci n'étant pas ici bien claire, on peut la voir très distinctement dans plusieurs des

autres noyaux représentés : par exemple dans *b*, *d*, *f*, *g*. Rappelons que ce n'est pas la première fois que nous remarquons ce phénomène. Le noyau *a* de la figure 7 en était un exemple typique, ressemblant aux noyaux *f* et *g* de notre figure 15. En outre, nous avons sur la figure 7 un noyau *c* où les deux parties étaient inégales comme dans les noyaux *b* et *d*, bien que la différence dans le cas de ceux-ci soit moins prononcée. Il est possible que la partie la plus petite croît ensuite d'une manière compensatrice ; de cette façon, les deux parties arrivent enfin à la même grandeur.

Regardons maintenant de plus près les noyaux *f* et *g*. On voit que les substances colorées sont partagées sur les deux moitiés du noyau en des parties à peu près égales. Il n'est pas sans intérêt peut-être de remarquer que les substances du noyau sont moins concentrées qu'ordinairement sous forme de « nucléoles ». Dans *f*, on voit déjà que l'échancrure séparant les deux moitiés est devenue assez profonde ; il en est résulté dans le noyau *g* un enserrement presque tout autour du noyau. Ce phénomène se prononce de plus en plus, et enfin les deux moitiés s'individualisent en deux noyaux. On en voit la dernière phase dans les noyaux *h* et *i*, situés tout près l'un de l'autre et de grandeur égale. *La bipolarité observée aboutit alors à une division directe du noyau.* Ce mode de division doit commencer très tôt : au stade de la figure 7, il résulte sûrement de la bipolarité une subdivision du noyau. Nous avons observé plusieurs fois des cellules avec deux noyaux. Les noyaux doivent enfin limiter autour d'eux un rayon de protoplasma ; il en résulte des cellules à un seul noyau.

Nous avons laissé jusqu'ici hors de nos considérations le noyau *j* ; celui-ci présente un aspect un peu particulier. On y voit des indications d'une fissuration longitudinale ; mais le matériel nucléaire s'est divisé en trois centres, l'un contenant à peu près la double quantité de matériel par rapport à chacun des autres. Celui-là est en proportion à la moitié du noyau, tandis que l'autre moitié s'est divisée en deux ; en effet, on peut voir les indications d'un enserrement en angle presque perpendiculaire à la fissure longitudinale ; celle-ci n'est, d'ailleurs, prononcée qu'à partir de l'échancrure très distincte d'un côté du noyau jusqu'à l'enserrement mentionné. Mais, de l'autre côté du noyau, on voit se produire une autre échancrure peu profonde encore ; de celle-ci va partir, sans doute, une fissure pour compléter celle qui a été déjà décrite. De cette façon le noyau sera partagé en trois, dont un possède la double grandeur de chacun des autres. Il est probable naturellement que le premier va se diviser dans la suite en deux parties égales aux autres. Peut-être que ce phénomène commence déjà à se prononcer pendant que les parties différentes sont encore en continuité : la formation des quatre noyaux aurait lieu simultanément.

Dans les cas décrits, les substances formées se sont partagées en parties égales sur les deux moitiés du noyau. Il n'en est pas ainsi dans le cas des noyaux *b* et *d*. Mais nous avons déjà supposé que la partie qui est plus petite croît pour arriver dans la suite à la grandeur de sa moitié. En effet, nous n'avons pas observé de noyaux dans un stade plus avancé de division où une partie était plus grande que l'autre. Les noyaux du type de *j* font peut-être exception : ils ont une partie représentant un quart du noyau original qui pourrait se détacher, pour ainsi dire, trop tôt.

Nous avons constaté que le matériel se partage généralement par division directe en

deux parties égales. Il va sans dire que cette égalité des deux parties ne peut être cependant qu'approximative. Nous voyons alors une tendance à arriver au même but que réalise la division indirecte d'une manière beaucoup plus compliquée. Il a été constaté, en ce qui précède, que la substance permanente seule peut rétablir tout le noyau. Il suffirait par suite que la substance mentionnée soit partagée en deux parties égales. Chacune de ses parties pourrait régénérer dans la suite des noyaux qui auraient probablement la même grandeur dans les mêmes conditions physiologiques. Nous ne pouvons pas contrôler dans les préparations de quelle manière se divise la substance permanente. Néanmoins il est évident que chacun des noyaux nouveaux doit recevoir une partie de cette substance nécessaire, d'après nos conclusions, pour les synthèses dans le noyau. Mais si cette substance joue vraiment le rôle supposé, les noyaux contenant la même quantité de « substance permanente » doivent être de la même grandeur sous les mêmes conditions physiologiques. En effet, les noyaux de la même cellule ont souvent à peu près la même grandeur. Nous en avons des exemples dans les noyaux *h* et *i*. Il en était de même pour les noyaux *a*, *b*, *e* et *f* de la figure 6. Des conditions physiologiques un peu différentes peuvent modifier apparemment la règle.

Il est évident que la règle d'un rapport entre la quantité de la substance permanente et la grandeur du noyau rappelle beaucoup la règle de BOVERI (1905) : il y a un rapport entre le nombre des chromosomes et la grandeur du noyau. En effet, notre *substance permanente* correspond probablement à la substance des chromosomes. Et dans le cas décrit ici, cette substance se divise de manière directe. Mais toutefois le résultat devient le même qu'à la caryocinèse.

On peut observer que les noyaux bipolaires ont tous plus ou moins la forme de croissant. Nous pouvons voir sur le noyau *a* que cette forme se produit par l'expulsion de la substance acidophile. Nous savons de nos observations précédentes qu'à ce stade la *substance permanente* se ramasse en un globule isolé, appelé arbitrairement *nucléole*. Ce stade doit être le moment d'une division en deux parties égales de la substance permanente. Cette division donne naissance à la bipolarité qui amène enfin la division du noyau.

Le noyau *j* représente un cas un peu exceptionnel. Ce noyau n'a pas la forme de croissant. Il a pu s'y réaliser d'abord une division de la substance permanente de même façon que dans les autres cas ; mais cette division a été suivie encore d'une division. Peut-être qu'il aurait résulté dans la suite encore une subdivision du matériel nucléaire. Chaque partie se limitant par une membrane, quatre noyaux se seraient produits du noyau original : nous en avons déjà parlé plus haut.

Comment se produit la division de la substance permanente ? Une augmentation de la quantité de la substance permanente doit précéder cette division ; la quantité dépassant une certaine limite, la substance se divise en parties égales qui se repoussent mutuellement. Les mêmes facteurs qu'à la division des chromosomes agissent probablement à cet effet.

Quels sont alors, après tout, les facteurs déterminant, dans notre cas, la division du noyau ? Il est évident que ce n'est pas le quotient $\frac{\text{noyau}}{\text{plasma}}$, c'est-à-dire le rapport entre la

grandeur du noyau et celle du plasma. Le noyau peut diminuer à un minimum sans que la division se produise ; en d'autres cas, une division se réalise sous les mêmes conditions par rapport à la grandeur du quotient $\frac{\text{noyau}}{\text{plasma}}$; un maximum de la grandeur de ce quotient ne cause pas non plus une division du noyau. La condition nécessaire réside, paraît-il, dans la division de la substance permanente ; nous avons conclu ci-dessus que cette division ne peut se produire qu'à la suite d'une augmentation de la quantité de cette substance. Nous aurions, par suite, la condition primaire de la division dans la synthèse des substances compliquées de la caryotine. Nous avons déjà discuté beaucoup les rapports entre la substance permanente et les substances émises du noyau. Nous sommes arrivés alors à la conclusion que la substance permanente n'est pas un produit intermédiaire dans l'activité transformatrice des matières du noyau. Pourtant, il est évident que la substance permanente se décompose également, mais d'une manière très lente ; elle doit se reconstituer par des synthèses. Ces synthèses marchent, en général, très lentement. Ce n'est qu'une accélération des synthèses mentionnées qui produit l'augmentation de la substance permanente. Mais nous avons seulement mis le problème sur un autre niveau : la question se présente : où faut-il chercher les facteurs qui accélèrent les synthèses en question ? Il faut se demander d'abord : d'où provient le matériel pour la synthèse de la substance permanente ? Sans doute, ce matériel réside dans des combinaisons chimiques de la chaîne des synthèses et des décompositions que nous avons étudiées chez les noyaux. Sous certaines conditions, les matières assimilées dans le noyau se combinent pour former les substances les plus compliquées de la caryotine. Il y a un équilibre entre les substances transformées ordinairement dans les enclaves d'un côté, et les substances les plus compliquées de la caryotine de l'autre. Mais, en général, la réaction marche très lentement en cette direction, tandis que les réactions résultant dans les enclaves sont accélérées.

Par contre, dans le cas de la croissance de la substance permanente, la réaction mentionnée premièrement s'accélère.

Voici l'idée qu'on pourrait se faire sur l'accélération de la synthèse en question. Dans le premier stade de la reconstitution du noyau, des synthèses se réalisent évidemment sans qu'une transformation en des substances acidophiles ne se réalise (voir les noyaux *a* et *b* de la figure 11). Nous avons déjà énoncé plus haut l'idée que le ferment, actif à cet effet, disparaît et se reforme de manière cyclique. Nous avons observé l'émigration de la caryotine, qui va se transformer dans la partie périphérique du noyau. D'après notre hypothèse, le ferment en question se localise également vers la périphérie ; probablement il s'adsorbe aux tronçons caryosomiques dont il accélère la transformation. Étant donné que toute la partie périphérique du noyau est expulsée, il résulte comme probable que le ferment en question est éliminé simultanément du noyau ; nous l'avons déjà supposé plus haut. Au cours de la reconstitution, le ferment se reforme ; son activité se manifeste par la formation d'une vacuole à côté du nucléole (voir les noyaux des cellules *c* et *d* de la figure 11).

Il doit résulter de cet exposé que les réactions chimiques qui amènent la formation des substances éliminées ne sont pas accélérées dans la première phase de la reconstitution

du noyau. Il s'ensuit qu'une réaction dans une autre direction est accélérée, la quantité des matières réagissantes étant plus grande que d'ordinaire. Une telle réaction serait la synthèse de la substance permanente. Mais l'augmentation n'arriverait à la limite nécessaire pour la division que sous des conditions particulièrement favorables de l'alimentation du noyau.

En effet, on peut constater chez les noyaux en division de la figure 15 qu'ils se trouvent en général dans la phase d'agrandissement.

Nous n'avons pas l'illusion d'avoir trouvé en ce qui précède la raison unique et suffisante de l'augmentation de la *substance permanente* et de la division du noyau qui lui fait suite. Peut-être nous avons trouvé *un* des facteurs. Mais il faut prendre en considération que la croissance de l'intestin moyen, effectuée par la division des noyaux et par la division du plasma, est soumise à la corrélation. Les facteurs impliqués dans celle-ci jouent alors également un rôle. En effet, on peut observer que les subdivisions des noyaux se réalisent en grand nombre, surtout à certains stades. Nous ne connaissons pas la nature de l'action de la corrélation. On pourrait penser à la mise en activité d'un ferment accélérant la synthèse de la substance permanente, ou à d'autres facteurs qui agissent pour ainsi dire en collaboration avec le facteur, que nous avons regardé le premier : la condition de l'alimentation.

Chez la gastrula, nous avons observé des cinèses dans les cellules de l'intestin moyen ; on se demande pourquoi une division directe remplace la cinèse au cours du développement. Ce problème sera considéré dans la discussion générale des résultats. A cet endroit, il suffit de remarquer que les noyaux de l'intestin moyen ont une fonction très vive. Une cinèse serait peut-être ralentie par le nombre des enclaves dans la cellule ; la division indirecte du noyau mettrait sans doute la cellule hors d'état de fonctionner pour quelque temps. La faculté du noyau de division directe est par suite de toute utilité.

Le nombre des noyaux pleins est relativement petit au stade représenté dans la figure 15. En mettant en comparaison des stades différents, on peut constater un rapport entre le nombre des noyaux et le caractère qu'ils présentent. Nous avons déjà remarqué qu'à un certain stade une croissance très vive de l'intestin moyen se réalise par une multiplication du nombre des noyaux ainsi que des cellules. Ce stade coïncide à peu près avec la formation de la troisième paire de bras. Il est évident que l'intensité du travail exécuté par l'intestin avant et après cet accroissement n'est pas trop différente. On est très frappé de voir la différence entre le caractère avant et après la période de croissance. Dans le premier stade, on trouve un nombre très grand de noyaux pleins, tandis qu'au stade plus avancé la plupart des noyaux sont vésiculeux. Il est évident alors que la formation des noyaux pleins est due à une fonction très vive des cellules, ou, pourrait-on dire, à une certaine disproportion entre l'intensité du travail et le nombre des noyaux. Après la multiplication du nombre des noyaux et des cellules de l'intestin, cette disproportion disparaît. Dans les premiers stades du développement (voir fig. 7), on ne trouve pas de noyaux pleins : la fonction n'est pas encore très vive ; il n'y a pas, ou très peu de nourriture résorbée. Il semble que le mode de transformation, constaté à ce stade, peut être retrouvé au stade de la figure 15. Mais nous y trouvons surtout le mode

de transformation décrit d'après la figure 13. Il est évident, d'après ce qui précède, que le caractère apparemment si différent des noyaux aux stades différents du développement est déterminé uniquement par la fonction. Cela n'est pas étonnant alors, si nous trouvons tous les stades de transition entre les types différents des noyaux ; également il est bien clair qu'on peut trouver chez la même larve des différents types. Pourtant, des conditions physiologiques assez caractéristiques rendent l'un ou l'autre type plus ou moins prononcé dans un certain stade. Il y a seulement un caractère qui présente un développement progressif indépendant des facteurs fonctionnels : aux stades plus avancés, les granules expulsés du noyau dans le plasma deviennent moins nombreux.

RÉSUMÉ DES RÉSULTATS DE L'ÉTUDE DE L'INTESTIN MOYEN D' « ECHINUS ». — *Le noyau joue un rôle transformateur des substances nutritives résorbées ; les dernières sont synthétisées dans le noyau ; les produits de la synthèse se décomposent ensuite à un certain degré ; enfin ils sont expulsés sous forme de granules ou de vacuoles. Les noyaux passent par certains cycles de transformation ; la marche des derniers est un peu différente aux stades différents du développement.*

b. *Paracentrotus lividus*. — Les larves d'*Echinus microtuberculatus*, et celles de *Paracentrotus lividus* ne diffèrent pas beaucoup en ce qui concerne la morphologie. Quant à la cytologie, nous allons trouver les mêmes traits généraux chez les deux espèces. Mais on verra pourtant qu'il y a dans les détails des différences assez prononcées, vu la grande ressemblance relativement à la morphologie.

Études sur le matériel vivant. — L'étude du matériel vivant de l'intestin moyen s'est montrée plus difficile chez *Paracentrotus* que chez *Echinus*. Les cellules de celui-là sont en général moins étalées et moins transparentes. On ne peut pas observer les phénomènes cellulaires aussi bien que dans le cas d'*Echinus*. Pourtant, avec quelque pratique, on arrive à faire des observations positives.

Nous allons commencer les études par les cellules représentées dans la figure 16. On voit cinq cellules de l'intestin moyen avec des noyaux plus ou moins différents. A côté, il y a une cellule du mésenchyme, *m* ; celle-ci émet des tractus réunis avec les cellules de l'intestin. La larve avait été colorée par une solution faible de « neutralrot ». Ce traitement amène toujours quelques changements de nature délétère dans les cellules : nous l'avons déjà constaté à l'étude d'*Echinus*. Pourtant, la forme arrondie des noyaux dans les cellules *a* et *b* est à considérer comme normale. On observe justement, dans les cellules de l'intestin moyen de *Paracentrotus*, très souvent cette espèce de noyaux grands et arrondis. Dans l'intérieur de ces noyaux, on voit un ou plus rarement deux « nucléoles » distincts, arrondis ; ou bien on peut voir une formation centrale plus indistincte et de forme étoilée, comme dans les noyaux des cellules *a* et *b* de notre figure. La forme étoilée indique une limitation de nature plus ou moins dense ; mais le contenu est très clair et semble liquide. Tout autour de cette formation centrale, on voit disséminés assez régulièrement dans l'enchylème du noyau des granules colorés faiblement en jaunâtre. Cette coloration est naturelle et n'est pas due au « neutralrot » qui ne pénètre pas en général dans les noyaux vivants.

Dans la cellule *c*, on découvre un noyau de forme plus irrégulière que dans les cellules

a et *b*. La membrane est plissée de manière à donner au noyau la forme étoilée qui nous est si familière des études sur *Echinus*. Enfin on trouve dans les cellules *d* et *e* un type de noyaux très aberrant de ceux que nous venons d'examiner. Ces noyaux sont, en général, moins grands en comparaison des deux premiers types ; ils sont presque complètement bourrés de petits granules jaunâtres. Les granules sont ramassés surtout vers la surface, laissant paraître quelquefois dans l'intérieur une vacuole, comme on le voit dans le noyau *f*, représenté à part. Le noyau présente dans son pourtour le même caractère anguleux que le noyau de la cellule *c*. Ce caractère est moins prononcé chez les noyaux de *d* et *e* de notre figure, par suite du traitement par le « neutralrot » ; il s'est mieux conservé dans le noyau *f*. En outre, un gonflement s'est produit des derniers noyaux, de façon à les rendre plus grands qu'ils ne le sont normalement.

En regardant attentivement les cellules *d* et *e*, on va trouver dans le plasma des granules absolument identiques à ceux que nous avons constatés dans l'intérieur du noyau. Les granules sont rassemblés en la plus grande quantité tout autour du noyau. Tantôt ils se soudent à la membrane nucléaire, tantôt ils se disséminent dans le plasma. Il n'y a pas de doute que les granules en question ne sont pas formés dans le noyau pour être expulsés enfin dans le plasma. Il va sans dire que cette observation faite sur le vivant est infiniment plus sûre que des observations faites sur le matériel fixé.

Dans ce dernier cas, on est renvoyé à la réaction vers les colorants pour identifier des particules qui se trouvent dans l'intérieur et en dehors du noyau. Mais les colorants peuvent agir de la même manière sur des substances toutes différentes. Et même si les préparations semblent indiquer une émigration des particules par la membrane nucléaire, on ne peut pas faire de conclusions décisives : la fixation amène toujours des déformations et des déplacements considérables dans la cellule. Mais il n'en est pas ainsi dans notre cas : la forme, la grandeur, la couleur (naturelle), le degré d'opacité assurent l'identité des particules qui se trouvent dans l'intérieur et en dehors du noyau. En outre, des dislocations troublantes ne se sont pas produites.

On voit très facilement que les granules observés dans les noyaux arrondis ont un caractère identique à celui des granules expulsés des noyaux dans les cellules *d* et *e*. Il est évident, par suite, que les noyaux du type *a* se transforment, en rapetissant, en des noyaux du type *d* et *e*. Le noyau *c* doit représenter un stade intermédiaire de cette transformation.

Dans le plasma des cellules figurées, on remarque des vacuoles entourées par des granules. Ceux-ci se sont colorés en rouge par le « neutralrot ». Nous avons ici des for-

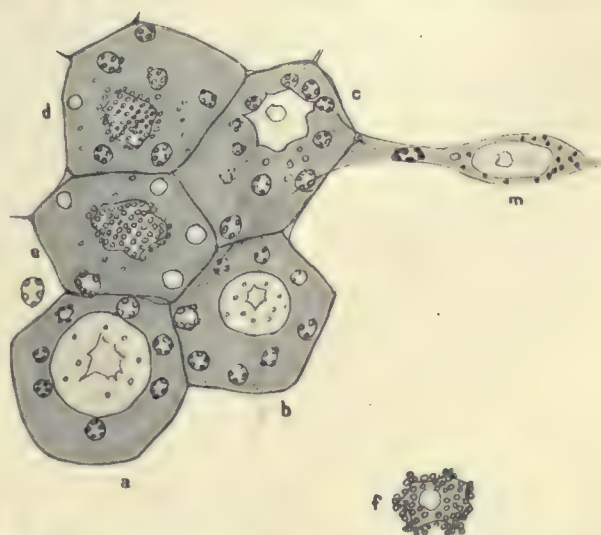


Fig. 16. — Des cellules de l'intestin moyen d'une larve de *Paracentrotus*, âgée de quatre jours, coloré par le « neutralrot ». Matériel vivant.

mations analogues à celles que nous avons constatées dans les cellules de l'intestin moyen d'*Echinus*.

Outre des vacuoles entourées par les granules, on en voit qui sont libres de granules, par exemple dans les cellules *d* et *e*. Les granules s'apposent secondairement aux vacuoles.

Le problème se présente maintenant : d'où proviennent les vacuoles ? On est naturellement enclin à admettre qu'elles sont formées, comme chez *Echinus*, du côté du noyau. Mais nous n'avons pu suivre ce procédé sous nos yeux, dans le cas de *Paracentrotus*. Toutefois, notre hypothèse reste très probable ; elle va se confirmer par les observations sur le matériel fixé. Quant aux granules entourant les vacuoles, ils sont identiques, à n'en pas douter, aux granules expulsés du noyau. Ils gonflent un peu dans le plasma ; en contact

avec les vacuoles, ils changent en quelque sorte leur caractère ; ils ne se colorent d'abord que très faiblement par le « neutralrot », mais en contact avec les vacuoles ils prennent une couleur rouge. Il en était de même avec les granules expulsés du noyau chez *Echinus*.

La figure 17 nous donne quelques cellules avec des noyaux du type *c* de la figure précédente. La larve se trouvait au même stade que celle dont nous venons de décrire les noyaux de l'intestin moyen ; mais elle n'était pas colorée par le « neutralrot ». Les noyaux présentent des formes beaucoup plus irrégulières que dans le cas des noyaux de la figure précédente ; ils étaient également plus mobiles. Le noyau de la cellule *a* nous rappelle tout à fait les noyaux en forme d'étoile

Fig. 17. — Des cellules de l'intestin moyen d'une larve de *Paracentrotus*, âgée de quatre jours. Matériel vivant.

d'*Echinus*. Les noyaux des cellules *b* et *c* sont plus allongés et ils ont une membrane plus unie. Autour des noyaux des cellules *a* et *b*, on peut observer des vacuoles qui ne sont pas entourées encore par les granules. D'après les idées émises plus haut, celles-ci doivent être assez nouvellement formées. Leur position et l'état des noyaux qui sont évidemment en train de rapetisser sont en faveur de l'idée de la formation des vacuoles du côté des noyaux.

Mais, comme il a été déjà dit, la forme arrondie de quelques noyaux de la figure 16 n'est pas produite par le traitement avec le « neutralrot ». On la trouve dans les cellules normales plus ou moins prononcée. Dans la figure 18, on voit à gauche un noyau quelque peu allongé, mais avec une membrane unie. Pendant l'observation le noyau s'est contracté soudainement, de manière à prendre la forme représentée à droite (le dessin a été fait sans la chambre claire et les proportions ne sont pas par suite absolument exactes). Il est très probable que les vacuoles sont expulsées justement dans les moments de contraction. Nous n'avons pas pourtant observé cette expulsion sous nos yeux comme

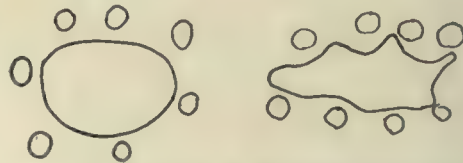


Fig. 18. — Un noyau de l'intestin moyen d'une larve de *Paracentrotus*, en deux stades différents. Matériel vivant.

il a été dit. Sur la figure, à droite, on voit une vacuole de plus ; mais celle-ci peut être amenée du protoplasma ambiant.

En faisant des comparaisons avec les procédés analogues chez *Echinus*, on trouve que les phénomènes décrits s'assimilent le mieux au stade des figures 6 et 8. Nous avons dans le cas décrit dernièrement également un stade de grandeur minimum dans lequel l'activité de l'expulsion des granules est très vive. Ensuite, le noyau grandit considérablement jusqu'à un maximum. Nous ne connaissons pas encore le mécanisme de cet accroissement chez *Paracentrotus*. Mais il est probable que le noyau se débarrasse d'abord des granules, comme chez *Echinus* (voir le noyau g de la figure 6).

Le noyau commence ensuite à assimiler de nouveau la nourriture résorbée dans la cellule et grandit de cette façon. Mais voilà maintenant des différences : arrivant à une certaine grandeur, les noyaux prennent une forme plus ou moins arrondie chez *Paracentrotus* ; ceci n'est jamais ou n'est que très rarement le cas chez *Echinus*. En rapetissant, les noyaux ne semblent pas élaborer de substance compacte chez *Paracentrotus*. Mais nous avons conclu qu'il se produit pourtant une expulsion de vacuoles. A cet égard, nous avons un état des choses rappelant à quelque degré le stade de la figure 7 d'*Echinus*. A ce stade, il ne semble pas exister pourtant de rapetissement plus considérable des noyaux chez *Echinus*. Toutefois, une expulsion de granules et de vacuoles se réalise (voir la figure 1 représentant à peu près le même stade).

Il est fort probable qu'il existe un rapport entre la forme du noyau et la faculté d'expulsion des granules. Cette expulsion se fait, comme il est évident de plusieurs observations, par les processus émis du noyau. Par suite, un noyau à membrane unie n'a probablement pas la faculté d'expulsion des granules.

La larve de *Paracentrotus*, dont nous avons représenté quelques cellules de l'intestin moyen dans la figure 16, n'avait que quatre jours. La larve d'*Echinus* de la figure 7 avait trois jours. Bien que l'âge ne soit pas très différent, les cellules de *Paracentrotus* s'assimilent le mieux aux cellules d'un stade beaucoup plus avancé d'*Echinus*. Nous croyons que ce fait est assez instructif. Chez *Paracentrotus*, deux phases différentes du cycle de la transformation se distinguent déjà très tôt : une phase d'assimilation et une phase caractérisée surtout par une émission de matériel. La première phase débute avec l'accroissement du petit noyau débarrassé des granules ; la deuxième phase commence avec le rapetissement du noyau maximum. La membrane se ratatine ; une forme étoilée du noyau se produit ; maintenant l'expulsion des vacuoles et enfin celle des granules se réalisent. La dernière semble se produire uniquement dans les noyaux de grandeur minimum. Il n'est pas possible de dire s'il se produit également une assimilation pendant la phase du rapetissement du noyau. Nous allons revenir sur cette question à l'étude du matériel fixé qui nous en fournira peut-être quelques renseignements.

Echinus, chez le stade correspondant le plus immédiatement, quant à l'âge, au stade décrit de *Paracentrotus* ne présente rien de cette division en deux phases. Chez la première espèce, une assimilation et une émission de la part du noyau se réalisent simultanément.

Dans la suite du développement, les deux phases du cycle de la transforma-

tion se prononcent de plus en plus, nous l'avons vu également chez *Echinus*. Mais il semble qu'elles restent moins distinctes que dans le cas de *Paracentrotus*. Pendant la phase d'agrandissement du noyau, il y a en même temps chez *Echinus* une expulsion de vacuoles (voir la fig. 11); et pendant le rapetissement il y a souvent une assimilation (voir fig. 8).

On ne peut discuter encore, comme il a été déjà dit, s'il y a une assimilation chez *Paracentrotus* pendant le rapetissement.

Dans tous les cas, il résulte des considérations précédentes que les noyaux décrits d'*Echinus* sont en général plus aptes que ceux de *Paracentrotus* à effectuer simultanément une assimilation et une émission de matériel. Nous avons déjà essayé de déduire cet état de choses de la forme différente des noyaux dans les deux espèces de larves.

Au cours du développement, l'observation sur le vivant des noyaux de l'intestin moyen de *Paracentrotus* devient de plus en plus difficile. On observe seulement que le nombre des vacuoles contenues dans le plasma augmente considérablement. Chez les larves, bien nourries, à trois paires de bras, l'intestin moyen présente un aspect assez curieux : complètement bourré de grandes vacuoles faisant saillir la surface qui regarde la cavité générale; cette surface présente, par suite, un aspect irrégulier. Au fur et à mesure qu'augmente le nombre des vacuoles, les granules disparaissent de

plus en plus. C'est le même développement que nous avons étudié chez *Echinus*. Vu le grand développement des vacuoles, il semble, qu'au cours du développement un ferment capable de liquéfier les granules se met en activité (1). Les vacuoles ne se colorent pas en général par le « neutralrot ».

Les études sur matériel fixé. — Nous allons commencer les études sur le matériel fixé par un stade correspondant au stade représenté dans la figure 16. Nous pourrions ainsi faire des comparaisons. La figure 19 est faite d'après une larve âgée de quatre jours, fixée au sublimé acétique et colorée par l'hématéine F en combinaison avec l'orange.

On observe d'abord que les noyaux sont de grandeurs très différentes; en ceci, les observations concordent avec ce que nous avons vu sur le vivant. Mais sur le matériel

fixé les noyaux sont tous plus ou moins arrondis; cet état de choses s'est produit sous l'influence de la fixation. Sur le matériel vivant, on trouve la forme arron-

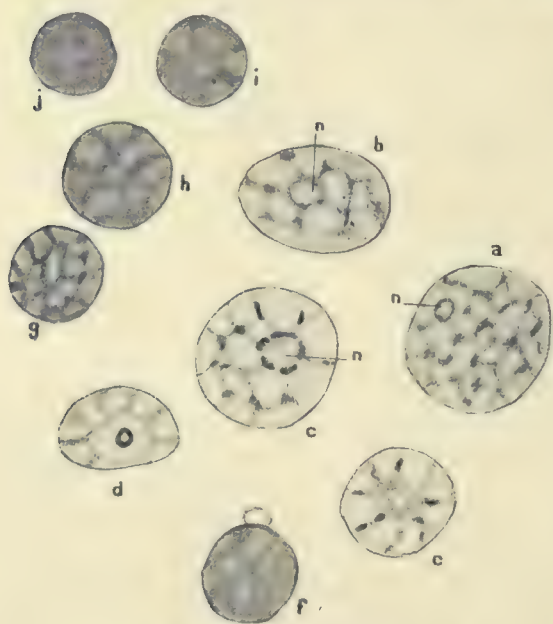


Fig. 19. — Des noyaux d'une larve de *Paracentrotus*, âgée de quatre jours. Matériel fixé.

(1) Voir, en outre, la partie expérimentale.

die seulement chez certains noyaux, comme nous venons de le démontrer ci-dessus. Examinons d'abord le plus grand des noyaux, *a*. On voit un peu excentriquement un nucléole acidophile, *n*; celui-ci est entouré d'un anneau de matériel basophile. On voit les choses décrites encore plus prononcées sur les noyaux *b* et *c*. L'anneau basophile est partagé dans le noyau *c* en plusieurs parties séparées, apposées l'une à l'autre en forme de rosaire.

Les filaments s'insèrent à ces parties basophiles. On comprend maintenant comment se produit la figure observée au milieu des noyaux sur le matériel vivant; on se rappelle la partie centrale, de forme anguleuse, des grands noyaux de la figure 16. Ce n'est que le nucléole, plus ou moins liquide dans le vivant, entouré d'une substance plus dense, comme nous l'avons déjà supposé. Mais les filaments qui s'attachent à la partie plus dense l'étirent en pointes. On peut en conclure que les filaments existent également dans la vie, bien qu'ils ne soient pas, en général, visibles.

Dans la substance des filaments, on voit, surtout dans le noyau *a*, de nombreuses parties plus intensément colorées. Ces parties correspondent peut-être aux granules observés sur le vivant, par exemple dans le noyau de la cellule *a* de la figure 16. Le nombre des parties intensément colorées est plus grand chez le noyau *a* que dans le cas des noyaux *b* et *c*. On peut en conclure que le phénomène de l'assimilation est plus avancé dans le premier que dans les deux autres noyaux mentionnés.

Nous avons maintenant à regarder les noyaux de la figure à la lumière des expériences faites sur le matériel vivant. Il doit y en avoir deux sortes : des noyaux agrandissants et des noyaux rapetissants. Mais il est évident que ces distinctions ne peuvent pas se faire aisément sur un matériel fixé. Il faut recourir à des conclusions indirectes. Voici les résultats de nos conclusions : les noyaux *d*, *b*, *c*, *a*, représentent des étapes de la phase de l'agrandissement des noyaux; les autres sont en train de rapetisser; le noyau *a* est dans le stade de grandeur maximum ou près de ce stade; le noyau *j* est arrivé au minimum.

Dans la série *d*, *b*, *c*, *a*, il y a une augmentation continuelle des parties intensément colorées. Également on voit un développement du nucléole qui ne semble pourtant pas strictement progressif; mais il faut prendre en considération que la grandeur du nucléole doit être soumise à la variation. Dans le noyau *d*, on voit seulement une toute petite partie acidophile dans le milieu d'une partie arrondie de nature basophile. A cette partie, des filaments très minces s'attachent, qui sont fixés de l'autre côté aux filaments plus épais. Dans la suite, la quantité de substance acidophile augmente de plus en plus en repoussant les parties basophiles. Il est assez intéressant de voir, dans le noyau *d*, l'arrangement presque radiaire des filaments épais. Il va résulter des observations relatées plus loin que les courants de diffusion de la nourriture résorbée dans le noyau se répandent essentiellement par les filaments. On pourrait arriver à des conclusions semblables, déjà en regardant le noyau *d* de notre figure. Les matières résorbées se déposent en partie sous forme de substance acidophile du nucléole, en partie sous forme de

particules intensément basophiles. Dans le noyau *a* la quantité de celles-ci est arrivée à un maximum.

Nous essayerons maintenant de tracer les stades de la phase de rapetissement. D'abord, la substance acidophile du nucléole disparaît et donne place à un espace qui semble sur les préparations dépourvu de structure. Une liquéfaction de la substance acidophile s'est produite; la dernière donne très probablement le matériel pour la formation des vacuoles. En même temps il y a une concentration du matériel basophile vers la partie centrale du noyau. On voit des étapes différentes de ce procédé, par exemple dans les noyaux *e*, *g*, *i*.

Dans le noyau *e*, les filaments sont arrangés radiairement par rapport à la partie centrale. On voit justement que les particules plus intensément colorées sont arrangées en files sur la substance filamenteuse. Nous nous rappelons de la description du matériel vivant que les noyaux ont dans la réalité sur ce stade la forme étoilée. De même, nous avons observé que les granules sont expulsés surtout au bout des processus des noyaux. En mettant en combinaison ces deux faits, nous arrivons à la conclusion que les tractus sont émis justement à l'endroit où touchent à la membrane nucléaire les filaments. Cette conclusion pourra nous servir peut-être à mieux comprendre le mécanisme de la formation des processus et celui de l'expulsion des granules.

Dans le noyau *g*, les substances sont encore plus concentrées que dans le cas du noyau *e*. L'espace central, ici très allongé, est toujours libre de structures. Mais on voit moins de particules distinctes colorées plus fortement par l'hématéine. Enfin, le noyau *i* est presque complètement rempli de la substance basophile. On voit les traces d'un arrangement radiaire des filaments devenus aussi larges qu'ils correspondent mal à cette désignation. Dans le milieu, la substance est plus clairsemée, rappelant l'espace dit central dans ce qui précède, ici en train de disparaître. Enfin, dans le noyau *j*, la phase de rapetissement arrive à son terme : le noyau est complètement rempli de substance basophile entourant un reste très faiblement visible de l'espace central. On voit quelques amas de substance plus fortement colorés, arrangés autour du centre. Les noyaux *f* et *h* ne présentent rien de particulier et s'arrangent dans la série à peu près aux mêmes places que les noyaux *g* et *i*. L'espace central semble dans *f* être émigré vers la surface du noyau; il est possible que la substance soit émise sous forme de vacuole. En effet, on peut voir une petite vacuole apposée à la surface extérieure de la membrane nucléaire.

Il se présente maintenant un problème que nous avons abordé déjà à propos du matériel vivant : est-ce qu'il y a lieu à une assimilation pendant la phase de rapetissement? On pourrait peut-être en obtenir une idée en mettant en comparaison la quantité du matériel contenue dans le noyau sous les stades différents du rapetissement. Mais, dans la réalité, cette comparaison présente des difficultés. D'abord, nous n'avons pu discerner qu'avec une certaine hésitation si le noyau se trouve dans l'une ou dans l'autre phase de transformation; et puis, on ne peut pas suivre le même noyau; par conséquent, on se trompe facilement par la variation

en faisant une reconstruction du procédé d'après des noyaux différents. Enfin, si toutes ces difficultés n'existaient pas, on serait toutefois renvoyé à la méthode toujours arbitraire d'une appréciation qualitative de la quantité du matériel.

Regardons maintenant la figure : les noyaux *a* et *g*, *a* et *e*, vont bien en série, en admettant qu'il n'y a pas d'assimilation pendant le rapetissement. Mais, en allant du noyau *g* au noyau *i*, ou surtout de *e* à *i* ou *h*, on hésite : la quantité du matériel semble plus grande bien que plus ramassée dans les noyaux plus avancés dans le rapetissement. Il se pourrait que du matériel se dépose par la concentration du suc nucléaire produite par le rapetissement ; mais cette concentration doit être compensée à un haut degré par la formation et l'expulsion des vacuoles. Il faut prendre en considération encore une circonstance : on voit, par exemple, dans les noyaux *a* et *e*, des particules intensément colorées assez distinctes ; en *g*, ces particules sont déjà plus indistinctes, et en *h*, *f*, *i*, on n'en voit plus qui se distinguent de la substance filamenteuse. Pourtant, sur le vivant, nous avons observé des granules bien limités. Il semble alors que les granules fusionnent à ce stade sous l'effet des réactifs. Rappelons que les granules, une fois émis dans le plasma, se dissolvent ou par le fixateur ou par l'alcool. Il n'est pas impossible que les granules en train d'être expulsés présentent la qualité de gonfler sous l'influence des mêmes réactifs. Nous ne pouvons rien assurer sur le caractère du changement des granules après l'expulsion dans le plasma. Probablement il se produit un changement chimique dû au changement du milieu. Mais évidemment, celui-là est précédé par des changements effectués déjà dans l'intérieur du noyau ; ces changements amènent un état dans lequel les particules se gonflent sous l'effet des mêmes réactifs qui les dissolvent après l'expulsion. En renonçant à toute discussion sur les détails des phénomènes en question, nous constatons que le gonflement, s'effectuant sous l'effet des réactifs aux derniers stades de rapetissement, peut donner une idée fausse de la quantité du matériel contenu dans le noyau. Par suite, il est probable qu'il n'y a pas d'augmentation plus considérable de la quantité des substances pendant le rapetissement du noyau. Il s'ensuit qu'il n'y a pas d'assimilation de la part du noyau pendant cette phase de transformation. Nous admettons naturellement que cette conclusion est quelque peu arbitraire, vu les circonstances déjà considérées.

La figure que nous venons de décrire n'a pas donné de renseignements sur les premières étapes de la reconstitution du noyau arrivé à la grandeur minimum. La figure 20 va nous renseigner sur ce point. Elle représente quelques noyaux de l'intestin moyen d'une larve, fixée par le sublimé acétique, colorée par le bleu de méthylène et l'éosine. Les noyaux sont de grandeurs différentes. On voit en *a* et *b* des noyaux remplis de substances et de grandeur minimum. La plus

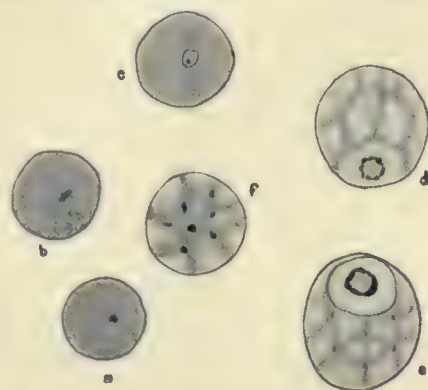


Fig. 20. — Des noyaux de l'intestin moyen d'un jeune *pluteus* de *Paracentrotus*. Matériel fixé.

grande partie de la substance se colore par l'éosine. Il n'y a qu'une tache plus ou moins centrale, colorée par le bleu de méthylène; celle-ci est dans le noyau *a* encore assez distincte, mais dans le noyau *b* elle est presque effacée. Dans le noyau *c*, on découvre dans la masse apparemment homogène une vacuole contenant un petit granule intensément coloré par le bleu de méthylène. C'est cela le début du procédé de la reconstitution du noyau, comme nous allons voir par plusieurs exemples. Le petit granule donne probablement naissance au nucléole dont nous avons étudié déjà le développement ultérieur dans les noyaux *d*, *b*, *c* de la figure 19. Les noyaux *d* et *e* de la figure 20 correspondent, paraît-il, à peu près au noyau *d* de la figure 19 : le nucléole bordé de substance basophile est entouré d'un espace libre de structures, s'il n'y a pas, comme en *d* de la figure 19, des filaments minces, invisibles à la coloration par le bleu de méthylène avec l'éosine.

Cet espace correspond évidemment à la vacuole du noyau *c*. Dans *e*, il y a des particules minces colorées par le bleu de méthylène, répandues sur la substance des filaments acidophiles. Enfin le noyau *f* est évidemment en train de rapetisser. Il y a des particules basophiles assez irrégulièrement répandues sur les filaments.

Rappelons le noyau *f* représenté sur la figure 16. Il y avait dans le centre de ce noyau de grandeur minimum une vacuole; celle-ci est probablement de nature identique à la vacuole trouvée dans le noyau *c* de la figure 20. Le granule enfermé dans cette vacuole fait des mouvements très vifs dans les préparations nouvelles; c'est cela probablement l'effet de mouvements moléculaires.

Nous avons déjà constaté sur le matériel vivant que le nombre des vacuoles contenues dans les cellules de l'intestin moyen augmente en général très considérablement dans la suite du développement. En même temps, les granules disparaissent de plus en plus. Cela fait conclure qu'il y a certains changements du mécanisme de la transformation dans les noyaux.

Regardons maintenant d'abord la figure 21. Elle représente une partie de l'intestin moyen contenant des vacuoles qui dépassent les noyaux de beaucoup en grandeur. Les noyaux présentent des grandeurs assez différentes et ils contiennent plus ou moins de substances. La coloration par le mélange de Biondi sans mordantage préalable par l'acide acétique a donné comme résultat une acidophilie de toutes les substances nucléaires.

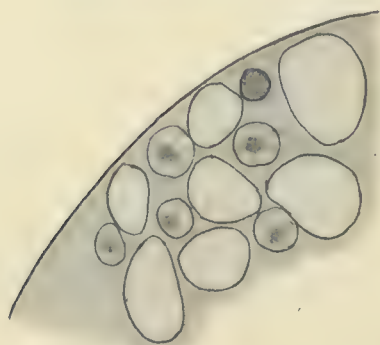


Fig. 21. — Une partie de l'intestin moyen d'une larve de *Paracentrotus*. Matériel fixé.

Il peut sembler assez improbable que des vacuoles aussi grandes que celles représentées sur la figure 21 dérivent du noyau. Pourtant il en est ainsi, comme nous allons voir dans ce qui suit.

Dans les figures 22 *a* et *b*, sont représentés quelques noyaux d'une larve âgée de vingt jours, fixée par le liquide de Bouin et colorée par l'hématéine F. Le noyau *a* de la figure 22 *a* contient un nucléole arrondi, assez fortement coloré. On voit, en outre, quelques filaments attachés à ce

nucléole. Dans le noyau *b*, la formation dite nucléole est devenue anguleuse : les filaments semblent étirer la substance en pointes. Nous trouvons le stade suivant dans le noyau *a* de la figure 22 *b*. La substance colorée s'appose d'un côté vers la membrane nucléaire, tandis que, de l'autre côté, les filaments s'étendent vers la membrane. Il en résulte enfin un état de choses, représenté dans les noyaux *b* et *c* de la figure 22 *b* ; le noyau est partagé en deux parties : une conglomération compacte des substances colorées, une partie enchylématique. Celle-ci se détache enfin en vacuole, comme nous l'avons constaté par de nombreuses observations sur le matériel fixé. Alors il reste ensuite du noyau seulement la partie compacte, colorée. De celle-ci un noyau vésiculeux se reconstitue.

La figure 23 nous donne quelques cellules de l'intestin moyen d'une larve à peu près de même âge que la larve que nous venons d'étudier (fixateur : sublimé acétique ; colorant : le mélange de BIONDI). Dans les cellules *a*, *b*, *c*, nous pouvons étudier le phénomène décrit du détachement d'une vacuole de la partie compacte. Celle-ci se colore par le vert-lumière, et elle est, par conséquent, basophile. Dans la cellule *b*, on voit que la vacuole s'est partagée en trois parties. Les noyaux des cellules *d* et *e* présentent un aspect tout autre que les noyaux de *a*, *b*, *c*. Il y a dans l'intérieur un nucléole acidophile et autour de celui-ci un nombre de particules basophiles. Il est évident que les noyaux de type *a*, *b* ou *c*, se transforment après l'expulsion de la grande vacuole en les noyaux de type *e* et *d*.

La vacuole une fois expulsée, il y a deux modes pour les noyaux de commencer la reconstitution. L'un ne se distingue en rien de celui que nous avons trouvé dans les stades plus jeunes. Il se forme dans la masse compacte de substances une vacuole renfermant un petit granule dont il est très curieux de voir les mouvements dans les préparations nouvelles. Nous avons représenté dans la figure 24 deux noyaux d'une préparation de BIONDI. Dans l'un, *a*, on voit la vacuole centrale avec le granule mentionné. Celui-ci s'est coloré par le vert-lumière, mais en même temps il brille d'un éclat jaunâtre. Autour de la vacuole, il y a une masse amorphe faiblement colorée par le vert-lumière ; elle commence pourtant de s'étirer périphériquement en filaments. Il est évident alors que la substance basophile des noyaux qui

viennent d'émettre la grande vacuole se transforme sous l'influence de la petite particule basophile : elle est en partie liquéfiée, en partie transformée en filaments.

Il nous semble, en effet, nécessaire d'admettre que la particule basophile joue un rôle

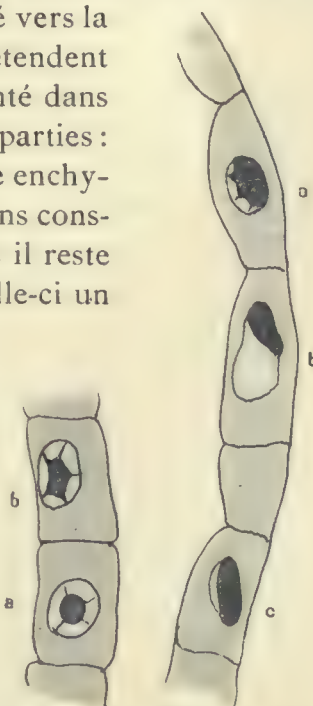


Fig. 22 *a* et *b*. — Des cellules de l'intestin moyen d'une larve de *Paracentrotus*, âgée de vingt jours. Matériel fixé.

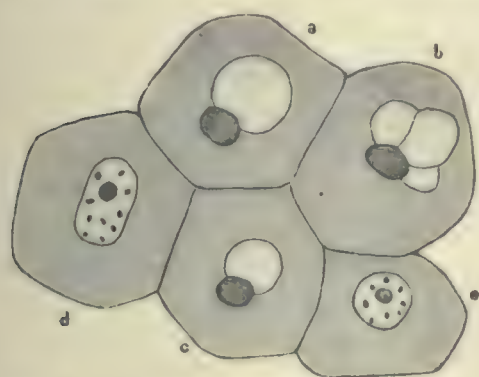


Fig. 23. — Des cellules de l'intestin moyen d'une larve de *Paracentrotus*, âgée à peu près de vingt jours. Matériel fixé.

en quelque sorte dirigeant des phénomènes décrits. Elle est la première différenciation dans la substance compacte après l'émission de la vacuole. Autour d'elle une liquéfaction se réalise de certaines matières contenues dans la masse compacte. Ce n'est qu'après cette liquéfaction que les filaments peuvent se déployer ; en même temps, l'assimilation commence. Dans la suite, la particule basophile semble disparaître. Toutes les substances du noyau



Fig. 24. — Deux noyaux de l'intestin moyen de *Paracentrotus*. Matériel fixé.

deviennent acidophiles. Il en est ainsi dans le cas du noyau *b* de notre dernière figure : il y a un nucléole central entouré par des filaments. Nous avons déjà trouvé un état des choses semblable dans les noyaux représentés dans la figure 20. Il semble alors que les substances basophiles se transforment de manière à devenir acidophiles. Mais, les noyaux grandissant, il se forme de nouveau des substances basophiles, comme nous l'avons vu dans les noyaux *d* et *e* de la figure 23 : ces substances basophiles sont disséminées assez réguliè-

rement autour du nucléole qui reste acidophile. Au rapetissement toutes les substances se concentrent de la manière que nous avons déjà étudiée. Dans la masse compacte, il y a probablement des substances basophiles ainsi que des substances acidophiles, bien qu'elle donne en général l'impression d'être basophile.

Comme il a été déjà dit, il y a encore un mode de reconstitution du noyau ; nous l'avons représenté un peu schématiquement, d'après deux préparations différentes, dans la figure 25 : dans le noyau *a*, la grande vacuole vient de se détacher. Le noyau *b*, de forme anguleuse, est bordé tout autour de petites vacuoles. Ces vacuoles fusionnent dans la suite pour former une grande vacuole qui loge toute la masse de substance nucléaire. Il se forme ainsi une nouvelle membrane. En *d*, on voit que le volume du noyau a augmenté ; au milieu, il y a encore une agglutination de la substance ; mais, dans celle-ci, on voit un corps central plus fortement coloré ; en outre, on voit les indications d'un arrangement en filaments de certaines parties de l'agglutination ; ensuite celles-ci se déploient sans doute, et nous avons un noyau vésiculeux typique. Il est impossible de déterminer si certaines conditions favorisent l'un ou l'autre des modes décrits de la reconstitution du noyau ; probablement ils peuvent se remplacer, suivant de faibles variations de l'état physiologique.

En résumant ce qui précède, on peut se faire l'idée suivante sur la transformation des noyaux de l'intestin moyen à un stade avancé du développement de *Paracentrotus* : il y a deux phases distinctes : 1^o une phase d'assimilation, suivie d'un agrandissement ; 2^o arrivé à un certain maximum, le noyau rapetisse ; les structures se transforment en partie en une substance enchylématique, en partie en une substance compacte ; celles-ci se séparent de sorte que la première se détache enfin sous forme d'une vacuole.

Dans certains cas, une expulsion de vacuoles se produit probablement également pendant le premier stade de rapetissement. Le mécanisme n'est pas autre que dans les premiers stades du développement, décrits plus haut. Nous avons l'impression qu'une expul-

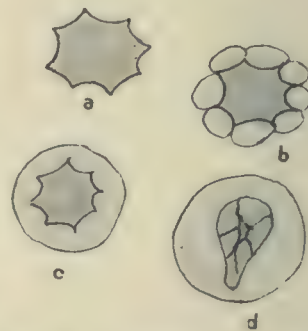


Fig. 25. — Schéma d'un mode de la reconstitution du noyau vésiculeux ; l'intestin moyen ; *Paracentrotus*.

sion préalable ne se produit pas, en général, au stade vésiculeux, chez les noyaux en activité très vive ; l'émission des substances du noyau se fait uniquement sous forme de la grande vacuole détachée de la substance ramassée. Chez les noyaux moins actifs, les deux modes coexistent.

Une expulsion de granules ne se réalise pas dans les stades plus avancés du développement. Cet état de choses accompagne la propagation du mode décrit de l'expulsion d'une grande vacuole, qui se détache d'une substance compacte. Les changements en question se réalisent petit à petit ; par suite, il est assez difficile de préciser le stade où se produisent ces changements ; probablement il coïncide à peu près avec ou précède de quelque peu la formation de la troisième paire des bras.

Il se présente plusieurs problèmes à propos des observations décrites dernièrement. Pourquoi les structures des noyaux vésiculeux s'entassent-elles excentriquement dans le noyau ? En regardant les figures, on trouve qu'il en est ainsi ! Les noyaux vésiculeux montrent plus ou moins un arrangement centralisé ou radiaire des substances. Mais avec le rapetissement se produit un état de polarisation du noyau. Les substances se retirent d'une manière amiboïde d'un pôle du noyau pour se rassembler dans l'autre. Nous pouvons suivre sur la figure 22 *a* et *b* cette véritable migration des substances nucléaires. On observe, en effet, sur la figure 22 *b*, que la substance compacte se trouve du côté de la cellule regardant la cavité générale du corps. La polarité, qui se prononce dans le noyau, doit résider, à n'en pas douter, dans une polarité générale de la cellule ; en effet, toutes les conditions sont là pour créer cette polarité ; la cellule de l'intestin moyen est contiguë d'un côté au lumen de celui-ci, de l'autre côté à la cavité générale ; ce sont deux milieux très différents ; les rapports avec le milieu ambiant doivent être par conséquent différents aux deux surfaces de la cellule ; de cette façon, le noyau reçoit des influences très différentes des deux côtés ; il en résulte la polarisation observée du noyau. Mais le noyau n'est pas déterminé seulement par les rapports avec le milieu ; il réagit suivant son état physiologique. Nous avons déjà vu comment, chez *Echinus*, la position du noyau dans la cellule est en rapport avec l'état physiologique. Chez *Paracentrotus*, la vacuole expulsée, les noyaux émigrent probablement tôt ou tard vers le côté de la cellule regardant le lumen. L'expulsion de la vacuole n'est pas difficile à comprendre ; les deux parties du noyau, la substance compacte et la partie enchylématique, devenant de plus en plus hétérogènes, la tension superficielle entre elles se réduit ; la vacuole s'arrondit et se détache ; des mouvements actifs de la partie compacte jouent probablement encore quelque rôle.

Pour la reconstitution du noyau, il se présente deux cas possibles : 1° il y a un équilibre chimique entre les substances enchylématiques et les substances compactes ; la vacuole détachée, cet équilibre est dérangé ; alors il doit se produire une liquéfaction des substances compactes ; 2° ou bien les parties liquéfiées à la reconstitution sont d'une nature autre que celles transformées en les substances de la vacuole ; dans le dernier cas, un nouveau ferment doit être mis en activité. Le premier point semble peut-être le plus probable. Mais les transformations sont dirigées souvent vers le centre du noyau ; cela indique que le noyau n'est plus soumis, à ce stade, à la polarité discutée en ce qui précède. Il est probable que la particule basophile dirige en quelque sorte les procédés en question.

Ou peut-être faut-il dire : la formation de la particule accompagne des facteurs qui agissent dans la direction indiquée.

Dans la suite, toutes les substances nucléaires deviennent acidophiles par rapport au mélange de BIONDI. Cela ne veut pas dire nécessairement qu'une décomposition se produit des substances d'abord basophiles que nous avons observées dans les noyaux en reconstitution ; les qualités physiques ou chimiques peuvent être altérées légèrement de façon à produire une réaction différente vers les colorants.

Nous parlerons plus loin du caractère de la particule basophile. Chez les stades jeunes, on a l'impression que la particule donne naissance dans la suite au nucléole dont le développement a été étudié dans l'objet de la figure 19. La figure 20 parle également en faveur de cette conception. Le nucléole acidophile bordé d'une partie basophile se trouve logée encore dans les noyaux *e* et *d* de la figure citée, dans un espace enchylématique, ou dans une sorte de vacuole. Un état de choses analogue se retrouve dans le noyau *d* de la figure 19.

En même temps que commence l'agrandissement du noyau, celui-ci émigre probablement vers la surface de la cellule regardant le lumen. Bientôt ou simultanément les filaments se déploient. Nous avons déjà émis l'idée que les filaments jouent un rôle pour la résorption et le transport des matières, et aussi pour les synthèses dans le noyau. Nous allons voir cette idée confirmée dans la suite. Les synthèses ne commencent, d'après cette idée, qu'après la formation des filaments, et par conséquent les synthèses cessent également à la rétraction des filaments. Nous avons là un rapport entre la structure et l'activité chimique dans le noyau.

Il a été constaté que la particule basophile prend une position centrale dans le noyau. Il n'en est pas ainsi dans la suite avec le nucléole. Regardons, par exemple, les noyaux *d* et *e* de la figure 20 ou les noyaux de la figure 21. En général, on trouve une position plus ou moins excentrique du nucléole. Pour comprendre ce phénomène il faut également anticiper sur quelques résultats de ce qui suit : la masse des substances nucléaires condensées dans le nucléole s'oriente d'après les courants de diffusion dans le noyau ; s'il y a une particule de la nourriture liquéfiée sur un point du pourtour de la membrane, un courant des substances nucléaires se produit vers ce point.

Nous avons admis tacitement, dans ce qui précède, que le noyau de l'intestin moyen garde pendant la phase d'assimilation une forme plus ou moins arrondie. En faveur de cette hypothèse difficile à contrôler directement, on peut dire : 1° à la reconstitution du noyau la liquéfaction doit provoquer une augmentation de la pression osmotique qui accorde peu à la forme étoilée ; 2° on va retrouver la position excentrique du nucléole chez les noyaux arrondis du mésenchyme ou de l'ectoderme (voir la fig. 115), dans la phase d'assimilation ; 3° enfin nous avons observé des noyaux arrondis sur le vivant (voir la fig. 16) ; évidemment, les derniers se sont trouvés dans les derniers stades de la phase d'agrandissement. Nous avons insisté un peu sur ce point apparemment d'importance secondaire, pour faire ressortir les différences avec *Echinus*. Chez la dernière espèce, le nucléole garde longtemps une position centrale pendant la phase d'agrandissement ; ces noyaux ont une forme étoilée dans le vivant.

Nous avons constaté en ce qui précède : 1^o une orientation des substances nucléaires dans l'intérieur du noyau ; 2^o une orientation du noyau entier dans la cellule ; cette orientation du noyau se produit sous l'effet de migrations de celui-ci.

Dans la phase de rapetissement, les synthèses semblent cesser suivant ce qui précède. La rétraction des filaments contribue à cet effet dans les stades plus avancés. Maintenant une liquéfaction se produit des substances assimilées, ou, peut-être plus exactement, ce procédé s'accélère dans la phase de rapetissement,

Cette question se pose maintenant : quels sont les facteurs qui accélèrent la liquéfaction ? Nous ne pouvons entrer dans une discussion très détaillée qui n'aboutirait à aucun résultat décisif. Mais nous supposons qu'il s'agit de la formation ou de la mise en activité d'un ferment accélérant la liquéfaction dans le noyau. Ce ferment doit être mis hors de l'activité après la reconstitution du noyau. Peut-être encore que l'agglutination des substances nucléaires dans les stades plus avancés peut contribuer au phénomène en question ; probablement se sont créés, par celle-ci, des rapports tout autres entre les substances nucléaires. Suivant notre hypothèse, il s'accomplit ici, comme dans le cas d'*Echinus*, un phénomène cyclique de mise en activité et d'élimination d'un ferment.

Une comparaison générale entre *Paracentrotus* et *Echinus* au point de vue de la description précédente ajoutera peu à ce que nous avons dit à propos de la description des résultats sur le matériel vivant. D'ailleurs, nous avons déjà dans quelques cas renvoyé à des différences ou des ressemblances de l'état des choses chez les deux espèces. Il est acquis que les phénomènes s'accomplissent chez *Paracentrotus* d'une manière plus simple et moins variée. En général, il y a chez *Paracentrotus* une séparation plus distincte en une phase d'assimilation et une phase d'émission de substances. Chez *Echinus*, les deux phases s'intercalent davantage que dans le cas de *Paracentrotus*. Nous verrons que ce phénomène va se rencontrer sous une forme encore plus prononcée chez d'autres sortes de cellules de nos larves.

Nous sommes arrivés pour le cas d'*Echinus* à la conclusion qu'il y a une substance ou un groupe de substances permanentes ; celles-ci ne forment pas de stades transitoires dans le cycle de transformations, bien qu'elles doivent jouer un rôle en quelque sorte dirigeant pour les transformations en question. Nous n'avons rien dit de ces substances dans le cas de *Paracentrotus*. Chez cette espèce, l'élimination des substances à la reconstitution semble être moins complète que dans le cas d'*Echinus* ; mais probablement il y a également chez *Paracentrotus* une différence entre des substances plus permanentes et des substances transitoires dans la transformation. Une partie de la substance retenue dans le noyau à la reconstitution est transformée probablement en suc nucléaire. Ceci nous amène à poser cette question : y a-t-il une différence entre la composition du suc nucléaire et celle du contenu des vacuoles ? Chez *Echinus*, nous avons vu qu'il y a une limitation distincte déjà dans l'intérieur du noyau entre la substance formant la vacuole et le milieu ambiant.

Il doit exister alors une différence prononcée de la composition des deux milieux. Quant à *Paracentrotus*, on y découvre, il est vrai, quelquefois des vacuoles dans l'intérieur

du noyau limitées vers le suc nucléaire; mais celles-ci sont moins répandues que dans le cas d'*Echinus*, et leur limitation est moins distincte.

Dans le mode de transformation effectué chez *Paracentrotus*, aux stades plus avancés du développement, il n'existe plus de limitation entre les substances produites par la liquéfaction et le contenu du suc nucléaire. Cela ne veut pas dire nécessairement qu'ils sont, dès le commencement, de composition absolument identique, bien que cela ne soit pas impossible. Rappelons le mode selon lequel le suc nucléaire se forme, d'après toute probabilité, dans le noyau en reconstitution : c'est par une liquéfaction partielle du reste de la substance compacte.

On doit se demander comment, dans la suite, se forme le suc nucléaire chez les noyaux grandissant de plus en plus ? Il s'agit là du problème de l'équilibre osmotique entre le noyau et le plasma. Nous avons observé une contraction ainsi qu'un gonflement soudain des noyaux. Dans ces cas, une diffusion par la membrane doit se produire. Probablement une condensation ou une dissolution de substances entre le noyau jouent aussi un rôle. Dans le cas de l'agrandissement, le dernier phénomène se réalise probablement. Dans la suite, un rapetissement du noyau se produit ; d'abord, des substances dissoutes dans le suc nucléaire se condensent peut-être de nouveau, mais bientôt les produits de la décomposition de la substance compacte se mêlent au suc nucléaire ; par ceci, le noyau grandit de nouveau ; mais enfin la partie enchylématique se détache : il semble que les vacuoles croissent après le détachement chez *Paracentrotus* ; il en était de même chez *Echinus*, comme on peut s'en souvenir de la description précédente.



Fig. 26. — Un noyau entouré d'une couche de substance basophile ; l'intestin moyen d'une larve de *Paracentrotus*. Matériel fixé.

Chez *Echinus*, nous avons étudié un mode d'expulsion des substances très caractéristique, représenté dans les figures 12, 13 et 15 : la substance éosinophile est éliminée par la formation d'une nouvelle membrane nucléaire en dessous de cette substance. Nous n'avons rien décrit de semblable pour *Paracentrotus* dans ce qui précède. Quelquefois nous avons eu pourtant sous nos yeux des noyaux comme celui représenté dans la figure 26. Le noyau vésiculeux est entouré d'une zone de substance colorée par l'hématéine. Le noyau se trouve évidemment dans la phase d'agrandissement. Il se pourrait alors qu'il se soit formé une membrane au-dessous d'une couche périphérique de substance basophile. Mais les observations relatées ci-dessus s'opposent à cette interprétation. Il nous semble plutôt probable de supposer que la zone colorée par l'hématéine sera résorbée dans la suite par le noyau ; le mécanisme de ce procédé pourrait être la formation d'une membrane nouvelle *au-dessus* de la zone colorée.

Nous avons étudié chez *Echinus* le mode de subdivision des noyaux. On trouve chez *Paracentrotus* des procédés analogues, bien que des différences puissent se présenter dans les détails. Dans la figure 27, nous avons représenté quelques cellules d'une larve dans l'intestin moyen de laquelle il y avait des stades de division en un nombre assez grand. Il s'est agi dans tous ces cas des noyaux remplis de substance. Dans la cellule *a*, le noyau est allongé et faiblement rétréci dans le milieu. A côté du noyau, on voit la vacuole. Dans la

cellule *b*, on voit un stade plus avancé de la division. Les deux noyaux résultant de la subdivision sont encore réunis par un fil très mince de substances nucléaires. Tout autour des noyaux, on voit en outre de petites vacuoles bordant la surface de ceux-ci. Il y a deux vacuoles plus grandes que les autres, apposées chacune à son noyau. Il semble que ces deux vacuoles se sont formées par la subdivision d'une vacuole plus grande correspondant à celle du noyau de la cellule *a*. Les autres vacuoles doivent être des néoformations. Elles sont à assimiler aux vacuoles qui se forment au deuxième mode décrit plus haut de la reconstitution du noyau. Celle-ci se fait alors probablement dans notre cas suivant ce mode. Enfin, dans la cellule *c*, nous avons un noyau également en train de se reconstituer par une vacuolisation de la surface ; celui-ci vient de sortir peut-être d'une division.

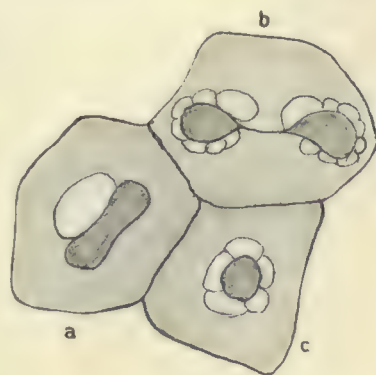


Fig. 27. — Des cellules de l'intestin moyen d'une larve de *Paracentrotus*. Matériel fixé.

Rappelons que, dans le cas d'*Echinus*, la subdivision des noyaux s'est produite, dans la plupart des cas, pendant la phase d'agrandissement. Dans le cas relaté de *Paracentrotus* la division s'est produite déjà avant la reconstitution du noyau ; le phénomène s'accomplit, paraît-il, assez vite. Les noyaux résultant de la subdivision sont de grandeur égale.

Dans la figure 28, on trouve représentés quelques noyaux d'une larve à un stade avancé du développement. Le rudiment échinien s'était déjà formé. La plupart des noyaux se trouve dans le stade vésiculeux. Plus rarement on voit les noyaux pleins dont nous avons représenté un (*a*) dans la figure. On y voit deux particules réfringentes autour desquelles se rassemblent les autres substances nucléaires. Le noyau se prépare évidemment à la division directe. Les particules mentionnées correspondent évidemment à la particule dite basophile que nous avons décrite précédemment (voir les figures 20 et 24).

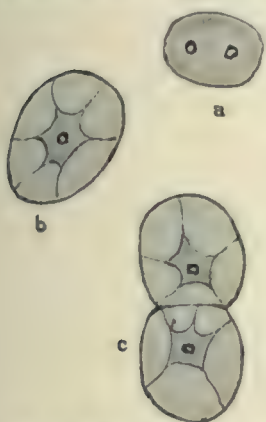


Fig. 28. — Des noyaux de l'intestin moyen d'une larve de *Paracentrotus* d'un stade à trois paires de bras. Matériel fixé.

L'objet de notre dernière figure avait été fixé par le liquide de BOUIN et colorée ensuite par l'hématéine F. Cette méthode de coloration ne permet pas de voir si les parties périphériques de la particule se colorent ou non ; toutefois, les contours paraissent noirs, phénomène qui peut se produire sous l'effet de la réfraction de la lumière. Les dimensions de la particule sont plus considérables que dans le cas des stades moins avancés. En outre, et c'est ce qu'il y a de plus étonnant, la particule paraît avoir la forme d'un cristal ; les contours paraissent anguleux, la particule est allongée dans une direction.

Le cristal se retrouve dans la plupart des noyaux au repos (voir le noyau *b* de la figure). Il y a une partie basophile centrale qui émet des filaments vers la périphérie du noyau. Dans le centre de la partie basophile, on voit le cristal. Enfin on trouve dans la figure un noyau *c* en état de subdivision. Deux parties basophiles se sont formées ; dans

chacune on observe un cristal. La subdivision du noyau vésiculeux se fait évidemment d'une autre façon que celle des noyaux compacts de la figure 27. Dans le dernier cas, les noyaux filles s'éloignent l'un de l'autre, probablement par des mouvements actifs. Chez les noyaux vésiculeux, la division se fait évidemment par une réduction locale de la tension superficielle. Un éloignement actif se réalise peut-être dans la suite.

On pourrait hésiter sur l'identité du cristal des noyaux à un stade plus avancé et la particule dite basophile des stades moins avancés. On se rappelle la description donnée ci-dessus de la dernière (p. 48). Outre la coloration par les colorants basiques, on observe chez la particule un éclat jaunâtre qui reluit par la coloration secondaire par notre réactif. Ce fait nous amène à croire que la particule se compose, en effet, d'une couche superficielle basophile et d'un noyau intérieur réfringent.

Il semble étonnant de constater qu'un cristal peut se partager en des parties strictement égales. Évidemment il s'agit d'un cristal de nature liquide dont l'étude a donné tant de résultats intéressants surtout par les recherches de LEHMAN (1906).

Les cristaux liquides représentent un stade intermédiaire entre l'état liquide et l'état cristallisé ; ce sont des gouttes à une tension superficielle différente en de différentes directions. Les cristaux liquides peuvent se partager en des parties égales.

On a l'impression, en regardant les préparations, que le cristal doit jouer un rôle en quelque sorte dirigeant sur la subdivision du noyau. Il paraît que la division du cristal déclenche la division du noyau. Le cristal doit jouer dans ces conditions le rôle d'un centriole. Pourtant, on voit une division également chez les noyaux où manque le cristal. C'est pourquoi l'hypothèse énoncée nous semble moins probable. Il doit s'agir plutôt d'une division active de la substance nucléaire entourant le cristal. Cette division amène à son tour la division du cristal.

Il est extrêmement intéressant de poursuivre le développement ultérieur des cristaux chez les noyaux décrits d'après la figure 28. Les cristaux croissent en gonflant ; enfin, ils se transforment en substance basophile par rapport à l'hématéine. La question reste pendante si la transformation est de nature physique ou chimique. Le dernier cas nous semble le plus probable. Par le phénomène décrit, la partie basophile croît considérablement ; en même temps le noyau entier augmente de volume. Nous avons constaté quelquefois une subdivision directe chez le noyau sans particule cristalline, nous l'avons déjà mentionné. Dans ce cas, la substance basophile s'est partagée également en parties égales.

Nos dernières observations et considérations mettent quelque lumière sur une conception énoncée plus haut (p. 48) : le nucléole chez le noyau en reconstitution tire son origine de la particule basophile dont le caractère nous a été révélé ensuite d'une manière plus exacte. Cette conception est rendue plus probable par ce que nous avons observé dans la suite. Le nucléole du noyau en reconstitution d'un stade jeune se compose de deux substances : une couche extérieure, de nature basophile ; une partie intérieure, acidophile. La particule « basophile » se compose d'une substance extérieure basophile et d'une substance intérieure de nature cristalline. Celle-ci se transforme dans la suite par gonflement ; elle donne probablement son matériel à la croissance de la partie basophile. La partie acidophile se forme dans la suite secondairement par une sorte de sécrétion de

la part de la substance basophile. Les résultats de l'objet de la figure 19 donnent des indications dans cette direction.

Le cristal, qui disparaît au cours de la phase d'assimilation, se reforme d'une manière cyclique à la reconstitution du noyau. Le centre organique de la formation du cristal joue un rôle dirigeant dans la reconstitution du noyau, comme il a été dit plusieurs fois.

Dans la figure 29, on trouve représentés des noyaux de l'intestin moyen d'une larve de *Paracentrotus* suralimentée par des particules de jaune d'œuf. A la rigueur, ce cas appartient à la partie expérimentale de notre mémoire et, en effet, on y en trouvera encore quelques indications. Ici nous nous bornerons à décrire les faits essentiels concernant le mode de la subdivision des noyaux.

Le noyau *a* ressemble beaucoup à ce que nous avons vu chez *Echinus*. C'est un noyau vésiculeux faiblement enserré dans le milieu. Le matériel nucléaire s'est déployé en des filaments, sauf une agglutination arrondie dans l'une des moitiés. Le noyau *b* présente une subdivision en deux parties nettement égales. Le matériel nucléaire est concentré essentiellement en deux petits amas de grandeur égale. La fissure entre les deux moitiés est assez profonde; elle semble se former progressivement d'un côté du noyau. En *c*, nous

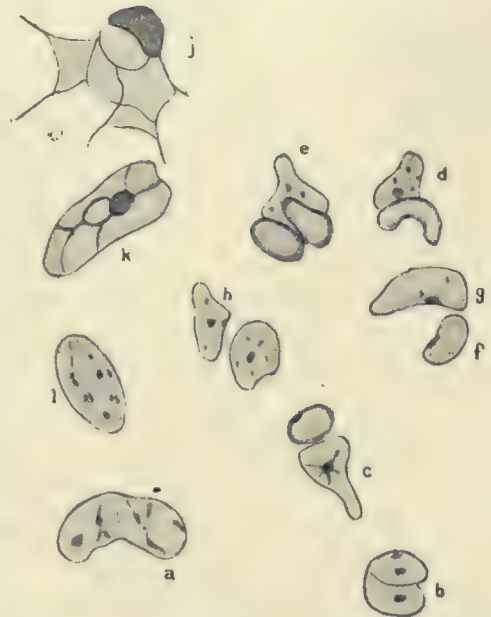


Fig. 29. — Des noyaux de l'intestin moyen d'une larve de *Paracentrotus* suralimentée par le jaune d'œuf; stade à trois paires de bras. Matériel fixé.

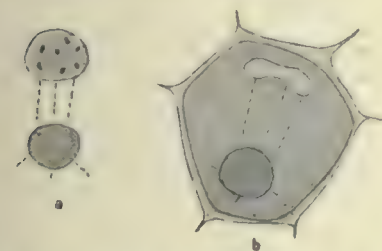


Fig. 30. — *a*. Deux noyaux de l'intestin moyen de *Paracentrotus* réunis par des files de particules colorées par le carmin; *b*, cellule avec les files entre le noyau et une vacuole. Matériel fixé.

avons une subdivision déjà accomplie en deux parties inégales: l'une, plus grande, est de forme assez irrégulière; le matériel nucléaire est déposé dans un caryosome avec quelques filaments. Dans l'autre partie on ne découvre pas d'éléments de structure intérieure; on penserait à une vacuole expulsée, si la périphérie n'était pas profondément colorée par l'hématéine; on a l'impression d'une membrane nucléaire très épaisse. Dans la partie du pourtour éloignée du noyau plus grand, on voit en outre un épaississement saillant faiblement dans l'intérieur. Dans le noyau *d*, nous voyons le commencement du procédé décrit dans le cas précédent: il y a un noyau à nucléole plus ou moins central entouré de quelques particules colorées.

Périphériquement, il s'est formé un bourgeon en forme de croissant et entouré d'une paroi épaisse de substance colorée. On ne découvre pas d'épaississement comme dans le cas de *c*. Le noyau *e* ressemble beaucoup à *d*; seulement, il y a deux bourgeons à parois profondément colorées. Ils sont de grandeur à peu près égale. Dans les noyaux *f* et *g*, nous pouvons étudier le développement ultérieur des bour-

geons ; en *f*, on retrouve l'épaississement, étudié en *c*. Le noyau *g* est déjà plus grand ; la partie épaissie est en train de se détacher de la membrane ; et il y a déjà une immigration de quelques particules colorées dans l'intérieur. De cette façon il se reconstitue enfin un noyau typique. Les deux noyaux en *h* forment probablement la suite du développement dont nous avons vu le commencement dans les noyaux précédents ; ils montrent un aspect typique, bien que pauvres encore en substances : il y a un nucléole central entouré de particules plus petites dispersées dans le suc nucléaire ; celles-ci sont réunies probablement par des filaments minces. La membrane n'est plus épaissie par la couche de substance colorée profondément par l'hématéine.

Les noyaux pleins étaient assez rares chez la larve décrite dernièrement. Nous en voyons un en *j* ; à côté du corps coloré, on voit la vacuole. Nous avons en outre indiqué ici en quelques traits la structure du protoplasma. Le noyau *k* présente un nucléole ; à côté de celui-ci on voit une vacuole avec une limitation très distinctement colorée par l'hématéine.

Le mode décrit dernièrement de la multiplication des noyaux est de nature assez particulière. Il n'est pas niable que l'expulsion des bourgeons rappelle beaucoup le phénomène d'expulsion des vacuoles du type que nous avons décrit pour *Echinus*. Seulement ici les vacuoles sont limitées à une couche de substance basophile ; nous ne sommes pas aussi bien renseignés que dans le cas des vacuoles, sur la première origine des bourgeons. Une partie de la membrane nucléaire doit se tapisser d'une couche de matériel basophile ; cette partie se limite de plus en plus, fait saillie dans le plasma et se détache enfin sous forme de bourgeon.

Nous avons remarqué, dans ce qui précède, que le nombre des noyaux pleins varie beaucoup suivant les stades. On peut constater qu'il y a très souvent un rapport entre le nombre total des noyaux de l'intestin moyen et le nombre des noyaux pleins ; un nombre total plus grand amène une réduction relative du nombre des noyaux pleins. Il en était de même chez *Echinus*.

Nous avons indiqué déjà en quelques mots (page 6) que la nourriture doit être soumise à une activité chimique dans le lumen de l'intestin moyen. Cette activité doit être de nature fermentative. Mais nous n'avons jamais posé la question de savoir d'où proviennent les ferments. Sans doute, ils sont émis de la part des cellules de la paroi de l'intestin ; il est, en outre, fort possible qu'ils soient élaborés d'abord dans l'intérieur du noyau. Peut-on découvrir des cellules de l'intestin dont la morphologie indique une activité essentiellement glandulaire ? Il faut répondre que non. Pourtant, on remarque, chez *Paracentrotus*, à partir d'un stade très jeune, une région voisine de l'ouverture du pharynx où le nombre des noyaux pleins est toujours très grand. Les infusoires avalés sont décomposés presque immédiatement après être passés dans l'intestin ; il est probable alors que des cellules sécrétantes sont situées tout près du pharynx. On en pourrait conclure avec une certaine probabilité que les noyaux pleins de la région voisine du pharynx élaborent le ferment ou les ferments actifs dans le lumen. Il n'en est pas moins probable que toutes les cellules de l'intestin moyen ont la faculté d'élaborer les ferments actifs dans le lumen. Les ferments mentionnés agissent à une réaction alcaline, comme le montrent des expériences avec la coloration vitale par le

« neutralrot ». Les particules en digestion dans le lumen se colorent en orange ou en rouge clair par ce colorant. De même, les expériences indiquent une réaction alcaline de l'intérieur des cellules de l'intestin moyen. Il est assez curieux que, dans les *pluteus* à deux paires de bras, la partie la plus postérieure de l'intestin paraît plus alcaline que les autres parties de l'intestin. En effet, on voit une région assez bien limitée où les cellules présentent une coloration plus claire que les autres parties de la paroi. On serait enclin peut-être à mettre cet état en combinaison avec le résultat relaté déjà plus haut : l'activité physiologique est, à ce stade, très vive dans la partie postérieure de l'intestin moyen.

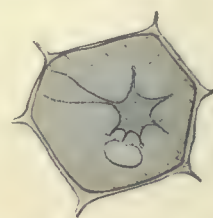


Fig. 31. — Une cellule de l'intestin moyen d'une larve de *Paracentrotus*. Matériel fixé.

Avant de finir la description concernant l'intestin moyen, nous allons relater quelques observations fort incomplètes. Dans la figure 30 *a*, on voit deux noyaux, l'un plein, l'autre vésiculeux. L'objet avait été fixé par le liquide de Bouin et coloré dans la suite par le carmin au picrate de magnésie. Autour du noyau plein on voit rayonner des files de petites particules colorées par le carmin. Quelques-unes de ces files s'étendent jusqu'au noyau vésiculeux qui se trouve dans

la même cellule. Dans la figure 30 *b*, on remarque le même phénomène; seulement les files s'étendent ici entre le noyau et une vacuole. Quelquefois nous avons observé des structures semblables chez les larves colorées par l'hématéine : on en voit dans la figure 31. Il est difficile de préciser la nature des formations décrites. Il y a deux cas possibles : 1° elles ont la nature des processus de la membrane nucléaire; 2° elles sont produites sous l'effet d'un arrangement radiaire de particules du protoplasma. Le second point nous semble le plus probable, d'autant plus qu'on peut observer dans certaines conditions un arrangement radiaire des substances dans les cellules vivantes de l'intestin moyen.

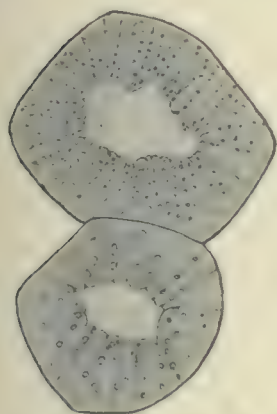


Fig. 32. — Deux cellules de l'intestin moyen d'une larve de *Paracentrotus*, alimentée avec le carmin. Matériel vivant.

Dans la figure 32, nous avons représenté quelques cellules d'*Echinus* dont la nourriture avait été mélangée avec des particules de carmin. On voit qu'il y a un arrangement radiaire très prononcé des substances de ces cellules. Cet arrangement se produit probablement par des courants vers le noyau. Ces courants se produi-

sent probablement également dans les noyaux normaux et peuvent quelquefois se fixer sous la forme représentée dans les figures 30 et 31.

En outre des structures décrites, nous avons observé des cas où il y a un fil simple, uniforme, qui réunit deux noyaux. La formation de ce fil s'explique par une comparaison avec la cellule *b* de la figure 27. Les deux noyaux sont réunis par un fil mince, nous l'avons déjà décrit. Il semble que ce fil qui se forme à la division du noyau peut quelquefois persister assez longtemps.

RÉSUMÉ DES ÉTUDES SUR LES CELLULES DE L'INTESTIN MOYEN DE « PARACENTROTUS ». — Les cellules de l'intestin moyen présentent une transformation cyclique. Il y a une phase d'assimilation et d'agrandissement suivie d'une phase de rapetissement. Pendant la dernière, une

expulsion de vacuoles et de granules se réalise dans les stades moins avancés du développement. Une modification de ce procédé se produit dans la suite. Il y a une séparation du noyau en une partie compacte et en une partie enchylématique ; la dernière se détache sous forme d'une vacuole. La multiplication des noyaux se fait par une division directe en parties égales ; dans certaines conditions, un bourgeonnement peut se produire.

II. — LES CELLULES DE L'INTESTIN POSTÉRIEUR.

Il semble que la question du rôle de l'intestin postérieur chez la larve de l'Oursin a été posée pour la première fois dans notre travail préliminaire sur l'appareil excréteur chez la larve de *Strongylocentrotus* (*Paracentrotus*) *lividus* (1912 a). Nous avons continué les observations, relatées dans ce travail ; celles-ci n'ont pas été seulement confirmées, nous avons pu ajouter encore de nouvelles observations.

Il est évident, au premier abord, que l'intestin postérieur chez les larves étudiées n'a rien à faire avec la résorption de la nourriture. La digestion se fait uniquement dans l'intestin moyen ; les restes sont évacués dans l'intestin postérieur ; de là ils sont transportés



Fig. 33. — Coupe optique par une partie de l'intestin postérieur d'une larve de *Paracentrotus*. Matériel vivant.

en dehors par des procédés décrits dans notre travail de 1912. Dans le même ouvrage, nous avons présenté des observations qui prouvent que l'intestin postérieur joue le rôle d'un organe excréteur. Dans le mémoire actuel, nous allons essayer de pénétrer dans la cytologie de l'excrétion. Il a été déjà constaté dans notre travail précédent qu'il s'agit de processus intracellulaires. Dans les cellules de l'intestin postérieur, des granules et des vacuoles se forment ; on voit, en général, deux sortes de granules : les uns plus petits, faiblement colorés ; les autres plus grands et de couleur brunâtre. Les vacuoles peuvent être de grandeur très variable. Nous avons décrit dans notre travail cité comment ces granules changent très souvent leur forme ; quelquefois elles se partagent en des parties plus ou moins régulières ; la division se fait, semble-t-il, par des courants plasmatiques qui pénètrent dans une vacuole assez grande. De cette façon le plasma pénétrant peut séparer la vacuole en deux parties. Les granules et les vacuoles sont expulsés enfin dans le lumen de l'intestin postérieur. Nous avons observé sous nos yeux l'expulsion de granules. Les cellules émettent quelquefois des pseudopodes dans le lumen, nous l'avons déjà décrit dans le travail précédent. Les granules et les vacuoles sont transportés par des courants plasmatiques dans les pseudopodes ; ici l'expulsion s'accomplit. Mais il semble qu'il n'en est pas toujours ainsi. Nous avons observé de même une expulsion de la part des cellules sans pseudopodes.

Dans la figure 33, nous avons représenté une partie de la paroi de l'intestin postérieur chez *Paracentrotus*. On voit la formation des pseudopodes. Dans le plasma, on observe des granules très nombreux et une vacuole entourée de granules qui se transporte vers la pointe du pseudopode.

Dans la figure 33, nous avons représenté une partie de la paroi de l'intestin postérieur chez *Paracentrotus*. On voit la formation des pseudopodes. Dans le plasma, on observe des granules très nombreux et une vacuole entourée de granules qui se transporte vers la pointe du pseudopode.

Le problème suivant se présente maintenant : le noyau joue-t-il ici un rôle analogue à celui que nous avons étudié dans l'intestin moyen ? Ou, en d'autres termes : le noyau participe-t-il directement à l'élaboration des produits excréteurs. C'est surtout sur ce problème que nous allons porter nos études. Celles-ci se rapportent surtout aux stades plus avancés du développement. Les figures sont faites d'après des larves d'un âge de quinze à trente jours. Par suite, nos études sont fort incomplètes sur les stades plus jeunes du développement de l'intestin postérieur.

a. *Echinus microtuberculatus*. — Regardons d'abord la figure 34. Elle représente quelques noyaux, dessinés sur le vivant, de l'intestin postérieur d'*Echinus*. On y trouve deux types différents : des noyaux de forme arrondie, d'une grandeur relativement considérable ; des noyaux plus petits, de forme étoilée. Les grands noyaux peuvent contenir des granules.

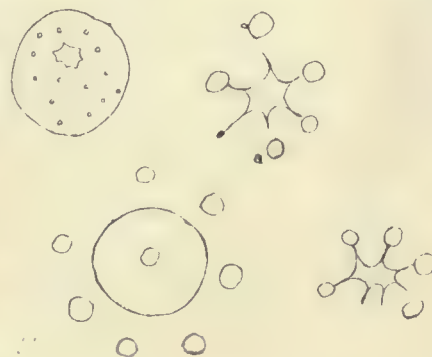


Fig. 34. — Des noyaux de l'intestin postérieur d'une larve d'*Echinus*. Matériel vivant.

Dans le plasma, on découvre en général des vacuoles entourant les noyaux ; on n'en voit pas pourtant autour du grand noyau contenant des granules. Nous connaissons déjà, d'après nos études sur l'intestin moyen, les propriétés des noyaux étoilés. Il nous semble déjà très probable *a priori* que ces noyaux sont en un vif rapport avec le plasma. En effet, la position des vacuoles rend déjà probable qu'elles dérivent des noyaux, et nous allons trouver que cette idée n'est que confirmée par les études du matériel fixé.

Quant aux granules, il n'y a pas de doute qu'ils ne dérivent du noyau. Au bout d'un tractus du noyau *a*, on voit un granule évidemment en état d'expulsion.

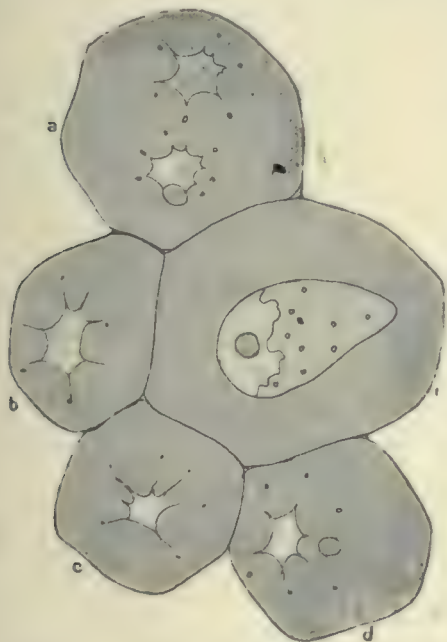


Fig. 35. — Des cellules de l'intestin postérieur d'une larve d'*Echinus*; fixation par les vapeurs d'acide osmique.

Nous avons eu la chance de trouver dans une préparation des renseignements très clairs sur les processus ultérieurs qui s'accomplissent dans le noyau. Nous avons fixé une larve dans les vapeurs d'acide osmique ; ensuite la larve a été traitée par la formaline à 2 p. 100. La figure 35 nous donne quelques cellules de l'intestin postérieur de cette larve. On voit dans les cellules *a*, *b*, *c*, et *d* des noyaux étoilés typiques qui ont gardé merveilleusement leur forme, ce qui est assez rare, même avec le traitement par l'acide osmique. Enfin, dans la cellule *e*, nous avons un grand noyau à

un stade très intéressant au point de vue de notre problème. Le noyau s'est allongé en forme de poire. Dans l'intérieur, on peut découvrir une limitation

très irrégulière qui sépare le noyau en deux parties : une partie plus grande contenant toute la quantité de granules et une partie plus petite enfermant un nucléole. Il est évident que la dernière partie forme un noyau étoilé, tandis que la partie plus grande se détache et se fond dans le plasma : à la suite de ce phénomène, les granules formés dans l'intérieur du noyau sont libérés et émis dans le plasma. Mais, ce qu'il y a de plus curieux, c'est qu'on trouve dans la suite le nucléole expulsé dans le plasma. Regardons la cellule *d* ; on y trouve tout près du noyau étoilé une particule qui ne diffère en rien du nucléole observé dans le noyau de la cellule *e*. Également on trouve dans la cellule *a* un nucléole dans le plasma, mais ici tout près de l'un des noyaux. Le nucléole est alors, à n'en pas douter, expulsé du noyau étoilé qui vient de se détacher de la partie enfermant les granules.

De ce qui précède, il est évident que le noyau joue un rôle direct dans l'élaboration des produits excréteurs. Le noyau passe ici, comme dans l'intestin moyen, par une série de transformations cycliques. Si nous essayons de reconstruire cette série, il en résulte que des noyaux étoilés résorbent les produits de la désassimilation. Ces produits sont rendus au plasma sous forme de vacuoles et de granules. Enfin, le noyau grandit considérablement en s'arrondissant. En même temps des granules sont déposés dans le noyau. Le noyau étant arrivé à une certaine grandeur, une partie du noyau se limite vers le reste enfermant les granules. Ceux-ci

sont répandus dans le plasma par le détachement de la partie du noyau qui les enferme. L'autre partie, plus petite, émet (dans quelques cas ?) un nucléole et se présente sous la forme d'un noyau étoilé.

Dans la figure 36, nous avons représenté des noyaux de l'intestin moyen d'une larve, fixée par le liquide de BOUIN, colorée par l'hématéine F et l'orange G. On peut distinguer deux classes de noyaux : 1^o des noyaux dans l'intérieur desquels on découvre un grand nucléole acido-phile ; 2^o des noyaux qui n'enferment pas de nucléole distinct, mais dans le milieu desquels on voit souvent se former une vacuole. Essayons maintenant d'assimiler ces observations à celles faites sur le vivant !

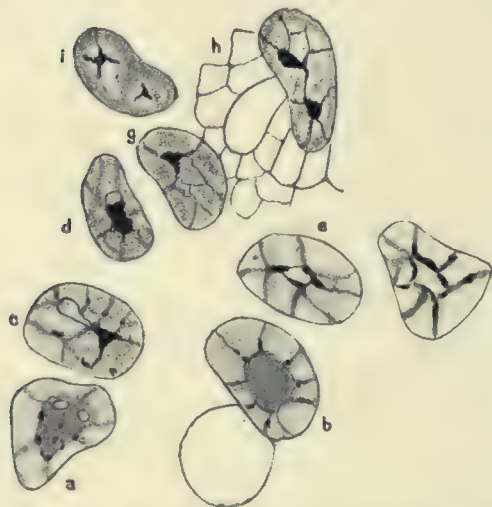


Fig. 36. — Des noyaux de l'intestin postérieur d'*Echinus*. Matériel fixé.

Il est probable que la substance acidophile se transforme en vacuoles expulsées pendant le stade de forme étoilée. On voit dans le noyau *a* de petites vacuoles qui se forment au bord du nucléole. Dans les noyaux *c*, *d*, on voit de petites vacuoles dans l'intérieur du noyau. Enfin, dans les noyaux *g* et *i*, on n'observe plus de vacuoles, mais seulement une agglutination basophile.

Les derniers noyaux se trouvent probablement à la première étape de la résorp-

tion. Les produits de l'excrétion se déposent dans la suite sous forme du nucléole et sous forme de granules; les derniers sont représentés probablement par les granules basophiles répandus sur les filaments. Les noyaux à nucléole très développé (par exemple le noyau *b*) correspondent sans doute aux noyaux arrondis du matériel vivant.

Probablement une division directe du noyau se produit également dans l'intestin postérieur. On voit une bipolarité des substances de certains noyaux; cet état représente peut-être le commencement d'une division (voir les noyaux *h* et *i*). Les noyaux *d* et *g* ont résulté peut-être de la subdivision d'un noyau plus grand. Leur forme est en faveur de cette idée. Un agrandissement des deux noyaux sœurs s'est produit probablement dans la suite.

b. Paracentrotus lividus. — Nous allons rattacher d'abord à la figure 37 la description concernant le matériel vivant. On trouve deux sortes de noyaux; 1^o des noyaux grands, arrondis, enfermant des granules et un nucléole à côté duquel on découvre une vacuole; 2^o des noyaux beaucoup plus petits, de forme très irrégulière, anguleuse. Tout autour des derniers noyaux on voit une grande quantité de granules et de vacuoles. Il est évident que celles-ci dérivent du noyau. Les vacuoles grandissent probablement dans la suite par gonflement.

Le mécanisme n'est pas probablement autre chez *Paracentrotus* que chez *Echinus* : il se reconstitue un petit noyau dans l'intérieur du grand noyau, quand celui-ci est arrivé à une certaine grandeur ; la partie enfermant les granules ou les vacuoles est éliminée dans la suite. Nous en aurons plus loin des preuves on ne peut plus claires (partie expérimentale, voir fig. 130).

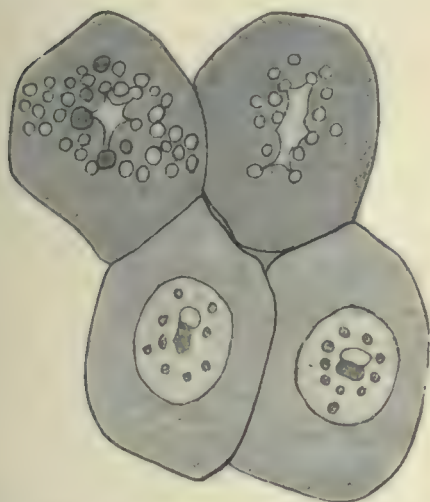


Fig. 37. — Des cellules de l'intestin postérieur d'une larve de *Paracentrotus*. Matériel vivant.

Regardons maintenant la figure 38 qui donne quelques noyaux d'un objet fixé par le liquide de Bouin, coloré par l'hématéine et l'éosine. Dans les noyaux *a* et *b*, il y a un nucléole acidophile; celui-ci est remplacé en *c* par une vacuole grandissant de plus en plus : on peut le voir par une comparaison avec les noyaux *d* et *e*. A côté de la vacuole, on voit une partie basophile; ce doit être celle que nous avons vue à côté de la vacuole dans le matériel vivant (fig. 37). On a l'impression qu'il se forme une seule vacuole, mais très grande, pendant la phase d'agrandissement.

Dans la figure 39, nous avons représenté quelques cellules de l'intestin postérieur d'une larve d'un développement avancé (âgée d'un mois). On trouve ici un état de choses bien semblable à celui constaté dans les noyaux représentés dans la figure 37. La préparation d'après laquelle a été faite notre dernière figure, avait été colorée par le mélange du bleu de méthylène et de l'éosine. Dans la cellule *a*, il y

a un noyau relativement petit, enfermant un nucléole basophile. Dans le noyau de la cellule *b*, il s'est formé une vacuole à côté du nucléole. Enfin, dans la cellule *c*, on trouve un noyau plus grand que les autres; celui-ci contient une vacuole très grande; en outre, on voit dans le noyau un nombre assez grand de granules acidophiles. On trouve des granules semblables dans le plasma de toutes les cellules représentées. Ces granules ne sont pas, par suite, dissous par les réactifs, comme c'est en général le cas avec les granules du plasma de l'intestin moyen.

La comparaison entre *Echinus* et *Paracentrotus* au point de vue du mécanisme

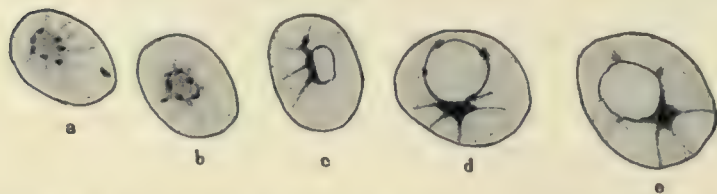


Fig. 38. — Des noyaux de l'intestin postérieur d'une larve de *Paracentrotus*. Matériel fixé.

des transformations dans les noyaux de l'intestin postérieur nous donne un résultat semblable à celui auquel nous sommes arrivés pour l'intestin moyen : il y a chez *Paracentrotus* une différence plus prononcée des deux phases : la phase d'absorption et la phase

d'émission. Chez *Echinus*, ces deux phénomènes peuvent s'accomplir simultanément chez les noyaux étoilés; ensuite apparaît pourtant, également chez *Echinus*, une période caractérisée par une absorption sans émission, — c'est la période des noyaux arrondis; ceux-ci étant arrivés au maximum de grandeur, une expulsion se produit par l'élimination d'une grande partie du noyau.

Les noyaux étoilés sont beaucoup plus répandus chez *Echinus* que dans le cas de *Paracentrotus*. Les noyaux de la première espèce sont aptes à une résorption et à une émission simultanée de substances. Les noyaux étoilés de *Paracentrotus* représentent en général un stade d'émission de la part du noyau.

Le phénomène de l'excrétion présente des problèmes très compliqués; d'abord, il y a dans les cellules excrétrices pour ainsi dire une polarité fonctionnelle; d'un côté de la cellule des substances sont absorbées, de l'autre elles sont évacuées. Une concentration de substances dissoutes se réalise dans les cellules excrétrices. Ici, nous allons seulement considérer les choses par rapport à notre cas décrit ci-dessus. Constatons d'abord que le noyau joue évidemment un rôle direct dans le mécanisme de l'excrétion chez la larve : des produits de la désassimilation sont absorbés dans le noyau; une concentration s'y réalise; ensuite les substances en question sont émises sous forme de granules et de vacuoles; celles-ci se transportent vers la surface regardant le lumen. Le transport se fait probablement par des courants plasmatiques; nous avons déjà étudié la formation des pseudopodes vers le lumen; on observe quelquefois des proéminences plus courtes vers la cavité générale (voir la figure 4 de notre communication, 1912 *a*).

Nous ne pouvons qu'aborder la question de savoir si le plasma des cellules joue un rôle pour la concentration des produits excréteurs. D'abord les cellules de l'intestin postérieur doivent être perméables pour les produits de la désassimilation; il n'en est pas ainsi pour les cellules de l'intestin moyen (voir notre communication, 1912

a, p. 11). Par ce fait, une concentration de ces produits dans le plasma ne se réalise pas; mais il serait possible qu'il y ait une adsorption, une précipitation, ou une solution en d'autres phases dans le plasma des cellules de l'intestin postérieur. Il nous faut laisser cette question sans solution. Toutefois, un travail de concentration est effectué par le noyau, nous l'avons déjà constaté. Voici un phénomène qui pourrait s'effectuer dans le plasma : des produits dissous de la désassimilation sont adsorbés à la surface des granules ou à la limitation épaissie des vacuoles; de cette façon, ils sont transportés vers l'extérieur, sans subir des changements chimiques; ou bien il pourrait résulter du contact avec les granules ou les vacuoles des modifications chimiques; par ceci, l'adsorption pourrait aller plus loin. Nous avons vu, en effet, dans l'intestin moyen que les vacuoles exercent une action en quelque sorte modifiante sur les granules apposés. Il se pourrait que certains produits de la désassimilation soient concentrés dans le plasma, d'autres dans le noyau. Il ne vaut pas la peine d'entrer dans des discussions trop détaillées sur les phénomènes en question. Nous n'avons voulu qu'indiquer en peu de mots les cas possibles. Mais enfin nos observations ont pu peut-être apporter quelque lumière sur le mécanisme de l'excrétion chez la larve de l'Oursin. Il est possible que nous ayons ici un état de choses plus primitif que dans le cas des animaux à organes très spécialisés de l'excrétion. Nous avons démontré dans notre travail de 1912 a, que les cellules du mésenchyme jouent également un rôle excréteur. Des cellules chargées par des produits de la désassimilation émigrent vers l'intestin postérieur. Des particules, quelquefois même des vacuoles peuvent pénétrer par des tractus dans les cellules de l'intestin postérieur.

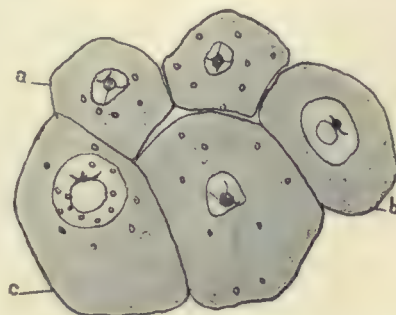


Fig. 39. — Des cellules de l'intestin postérieur d'une larve de *Paracentrotus*. Matériel fixé.

Nous ne savons rien sur la nature chimique des produits excréteurs de nos larves. La figure 1 de notre communication, 1912 b, montre quelques cristaux enfermés dans l'intestin moyen; il résulte de nos considérations (1912 a, p. 11) que ces cristaux représentent des produits de la désassimilation. Nous avons observé de petits cristaux également dans le mésenchyme (*loc. cit.*, p. 10). La cristallisation s'est faite en général sous forme d'aiguilles ou de touffes. Une identification d'après la forme ne doit pas être possible.

Les granules expulsés de l'intestin postérieur sont de deux sortes, nous l'avons déjà mentionné : des granules plus petits très clairs et des granules plus grands brunâtres. Chez des larves soumises très longtemps à l'inanition et réduites considérablement, on observe quelquefois dans les cellules de l'épithélium des granules rappelant beaucoup les granules excréteurs brunâtres; l'intestin postérieur avait déjà disparu chez les larves en question; il est alors fort possible que les cellules de l'épithélium puissent à un certain degré remplacer ceux de l'intestin postérieur dans des circonstances extraordinaires.

La nature des transformations des produits excréteurs dans les noyaux est impossible à préciser. Elles doivent consister en une condensation en des produits d'un poids moléculaire plus haut ou d'une nature plus dense. Quant aux vacuoles, il n'est pas nécessaire pourtant de supposer un changement chimique; elles sont formées probablement de manière à contenir en solution *uniquement* des produits de la désassimilation; cette solution est en équilibre osmotique avec le plasma, qui contient, en outre des produits de la désassimilation, d'autres compositions chimiques d'activité osmotique. De cette façon, les vacuoles peuvent contenir une solution beaucoup plus concentrée des mêmes produits excréteurs que le plasma. Les produits solubles de la désassimilation sont probablement retirés, par les différentes parties de la larve, de la cavité générale; puis ils sont absorbés dans les cellules de l'intestin postérieur; mais, nous l'avons déjà mentionné, des produits excréteurs sont transportés également dans des cellules mésenchymateuses; il n'est pas impossible que ce dernier mode de transport concerne surtout les substances de composition plus compliquée et qui sont peut-être plus ou moins insolubles dans l'eau.

RÉSUMÉ DES ÉTUDES DES CELLULES DE L'INTESTIN POSTÉRIEUR. — *Les cellules de l'intestin postérieur ont une fonction excrétrice. Le noyau joue un rôle direct pour la concentration des produits excréteurs sous la forme de vacuoles et de petits granules. Ces produits sont transportés par des courants plasmatiques vers la surface des cellules regardant le lumen de l'intestin postérieur. Puis ils sont expulsés.*

III. — LES CELLULES MÉSENCHYMATEUSES.

1° *Les cellules non pigmentaires.*

Nous allons séparer la description des cellules non pigmentaires de celle des cellules pigmentaires du mésenchyme, bien que les dernières prennent leur origine dans les cellules non pigmentaires. Le paragraphe se partage par suite en deux parties dont la première va comprendre les cellules non pigmentaires.

On connaît bien l'origine des éléments mésenchymateux chez la larve de l'Oursin par les travaux de SELENKA (1879), METSCHNIKOFF (1885), THÉEL (1892), et d'autres. Il se forme d'abord une première portion de cellules mésenchymateuses avant l'invagination de l'endoderme; ces cellules deviennent principalement squelettogènes. Ensuite, l'endoderme s'invaginant, une deuxième portion de cellules mésenchymateuses se détache du sommet de l'intestin. De ce même endroit dans la suite se forment les ébauches entéro-coéliennes, première différenciation des organes du mésoderme.

La deuxième portion de cellules émigrées dans la cavité de blastula donne naissance aux cellules non squelettogènes du mésenchyme. Certaines de ces cellules se différencient dans la suite en des cellules pigmentaires. Les dernières seront prises en considération plus loin. La désignation de cellules non squelettogènes se rapporte dans cette partie de paragraphe toujours à des cellules non pigmentaires.

Les cellules squelettogènes élaborent le squelette de façon connue surtout par les travaux de THÉEL (1894); les cellules restent attachées aux baguettes du squelette et

elles sont réunies entre elles par des tractus, comme il a été observé par THÉEL (1894) et WOODLAND (1906). Les cellules sont suspendues dans le contenu probablement gélatineux de la cavité générale; elles sont souvent réunies entre elles par des tractus, THÉEL (1892) et MAC BRIDE (1896) l'ont déjà observé. En outre, elles sont souvent en communication avec les cellules ectodermiques, d'après les observations faites par MAC BRIDE pour la blastula. Enfin les cellules émettent souvent des tractus vers l'intestin moyen. THÉEL (1894) a signalé ce phénomène en passant. Nous allons en examiner ici la signification.

Regardons maintenant encore une fois les figures 3 et 16. Dans les deux cas nous avons observé une cellule mésenchymateuse non squelettogène *m*, émettant des tractus vers l'intestin moyen; ces tractus communiquent avec le plasma d'une ou de plusieurs cellules de l'intestin. Cette observation difficile à faire se confirme par l'existence des courants plasmatiques qui transportent les vacuoles de l'intestin dans le mésenchyme. On observe dans les figures des vacuoles entourées de granules dans le mésenchyme; ces vacuoles sont identiques à celles trouvées dans la paroi de l'intestin. Ceci prouve de manière indirecte qu'il y a bien un transport; en outre, nous avons observé ces phénomènes directement sous les yeux.

Les vacuoles entourées de granules subissent bientôt quelques changements dans le mésenchyme; on peut le voir dans la figure 3, les vacuoles semblent plus intensément colorées par le « neutralrot ». Un examen attentif donne pourtant comme résultat, qu'il s'agit surtout d'une coloration de la surface des vacuoles; cela s'explique en supposant que la substance des granules s'étale davantage sur la surface des vacuoles; les granules se sont colorés assez intensément déjà dans les cellules de l'intestin moyen; mais la coloration devient encore plus foncée dans le mésenchyme. Ce phénomène peut s'expliquer en supposant qu'il y a une concentration plus faible des ions de OH dans les cellules du mésenchyme; pourtant, il n'est pas impossible qu'il y ait à quelque degré une décomposition des substances formant les granules; par cette décomposition, il pourrait se former des substances absorbant le « neutralrot » plus intensément. En effet, les granules deviennent moins distincts. Quoi qu'il en soit, le résultat est assuré que *les vacuoles et les particules nutritives passent des cellules de l'intestin moyen dans celles du mésenchyme non squelettogène.*

Dans le mésenchyme, les substances nutritives sont transportées par la migration des cellules et par les courants plasmatiques. Les cellules mésenchymateuses ne se détachent pas pourtant, en général, de la continuité entre elles; la migration des cellules se présente alors sous la forme d'une circulation plasmatique; celle-ci emporte également les noyaux; de cette façon la cellule se déplace petit à petit. Quelquefois les communications entre les cellules sont assez larges: sous ces conditions, on a d'une manière plus frappante l'impression d'un syncytium; les noyaux gardent, en général, une certaine distance assez uniforme entre eux; on a presque l'impression d'une répulsion mutuelle; nous verrons que cette répulsion cesse dans certaines conditions. En outre de la circulation plus extensive dont le résultat est une véritable migration des cellules mésenchymateuses, il y a des courants plasmatiques moins effectifs, mais souvent très rapides; le mouvement n'est pas

continuel ; il marche plutôt par saccades. Si on observe un granule, on le voit tout à coup se mettre en mouvement, puis s'arrêter aussi brusquement ; mais sous peu le mouvement recommence maintenant en arrière, peut-être pour avancer ensuite dans la direction donnée la première fois. Deux granules situés tout près l'un de l'autre peuvent avancer

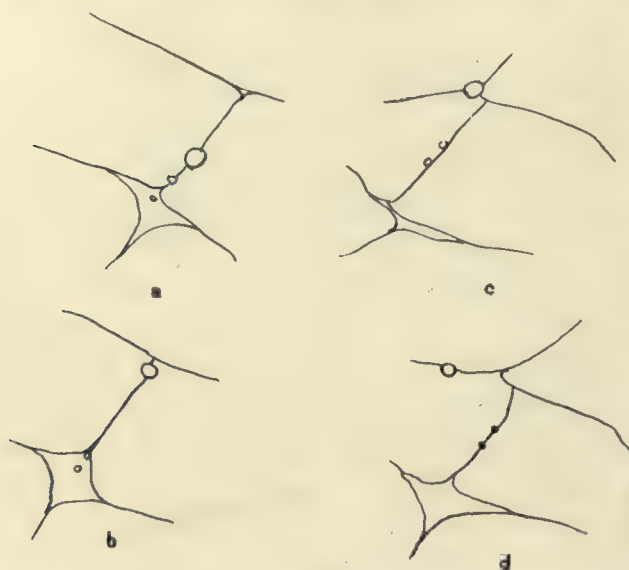


Fig. 40. — Transport des enclaves par la circulation plasmatique dans le mésenchyme. Matériel vivant.

dans la même direction, à une vitesse très différente ; ce fait est assez remarquable. Des granules peuvent se déplacer également dans des directions contraires, bien que situés d'abord tout près l'un de l'autre. Nous en avons représenté un exemple dans la figure 40 : dans *a*, on voit un granule très grand et deux granules plus petits ; soudainement, le premier se met en mouvement dans une direction, tandis que les autres se retirent vers la masse plasmatique ; dans *b*, on voit que le granule plus grand s'est avancé davantage ; et maintenant les petits granules suivent dans la même direction, *c* ; mais ils s'arrêtent de nouveau, tandis que le granule plus grand continue son mouvement, *d*. Il nous semble, d'après nos observations, que ces mouvements plasmatiques

peuvent avoir pour résultat un transport des particules de l'intestin vers de différentes parties de la larve. Les particules passent alors d'une cellule à une autre ; nous désignons comme cellule un rayon de plasma autour de son noyau.

Mais les substances nutritives ne sont pas seulement *transportées* dans le mésenchyme non squelettogène ; elles y sont également transformées ; d'abord il y a naturellement une assimilation de la part des cellules mésenchymateuses ; une multiplication des noyaux assez vive s'effectue ici, de même qu'une augmentation de la quantité du protoplasma. En outre, les substances nutritives sont transformées de façon à les rendre plus facilement assimilables par les tissus. Dans certaines conditions, des particules peuvent passer dans le mésenchyme sans traitement préalable dans les cellules de l'intestin ; dans ce cas, le mésenchyme effectue toutes les transformations nécessaires de la nourriture résorbée. Enfin, certaines matières de réserve sont élaborées par le mésenchyme.

Nous avons déjà mentionné que les cellules mésenchymateuses sont en communication plasmatique avec les cellules ectodermiques ; de la même manière, elles communiquent avec les cellules des organes entérocoéliens. Nous avons représenté dans la figure 41 une petite partie de la bande ciliaire. Nous allons revenir plus loin sur la structure de celle-ci. A cet endroit il faut remarquer seulement qu'il y a une communication entre un groupe des cellules épithéliales et une cellule mésenchymateuse *m*. Des groupes semblables de cellules épithéliales se répètent à des intervalles assez réguliers, le long de la bande ciliaire. Les autres cellules de celle-ci sont réunies par une sorte de membrane basale *m. b.* ;

celle-ci se continue également en des filaments plasmatiques réunis avec une cellule mésenchymateuse. On voit surtout chez des larves soumises à l'inanition qu'il s'agit ici d'une communication plasmatique.

Dans les parties périphériques du mésenchyme, on ne voit jamais les vacuoles nutritives, entourées de granules, que nous avons étudiées si souvent. Les granules en question disparaissent dans le mésenchyme. Pour cela, on voit des granules plus petits d'une couleur faiblement jaunâtre. Le contenu des vacuoles se mêle probablement en quelque sorte avec le protoplasma, les substances dissoutes peuvent être transportées ainsi par les filaments minces dans les cellules des tissus et dans les cellules mésenchymateuses squelettogènes; en effet, dans ce qui précède, il s'est agi toujours uniquement des cellules mésenchymateuses non squelettogènes; on pourrait peut-être désigner celles-ci par le nom de *cellules nutritives* en vue de leur rôle. Dans les cellules ectodermiques aplaties, on trouve, sauf dans la région orale, de nombreuses vacuoles. Nous n'avons pu discerner si elles sont formées toutes *in situ*, ou bien si elles sont transportées en partie du mésenchyme. Par contre, pour les granules déposés dans les mêmes cellules, il est bien sûr qu'ils dérivent en partie du mésenchyme. Les vacuoles et les granules dont il s'est agi dernièrement forment une sorte de matière de réserve.

Il semble résulter de ce qui précède que la distribution des substances nutritives est de nature intracellulaire. Mais la question se pose : la cavité générale ne participe-t-elle en aucune façon au transport de la nourriture? Nous n'avons jamais observé une expulsion des substances dans la cavité générale de la part de l'intestin moyen. Nous allons voir dans la suite que des substances sont sécrétées dans la cavité générale par l'ectoderme à un certain stade. Il n'est pas impossible que cette sécrétion continue, bien que moins abondante dans les stades suivants.

Les substances extraites peuvent avoir naturellement un caractère nutritif. Mais il reste probable pour nous que le transport de la nourriture se fait principalement par la voie intracellulaire.

Nous avons déjà dans notre travail précédent (1912, b) relaté l'expérience suivante : des larves ont été soumises à l'inanition ; après quelque temps elles ont été nourries de nouveau ; les cellules mésenchymateuses se sont rassemblées alors en grande quantité autour de l'intestin moyen ; elles se sont chargées de particules nutritives pour se distribuer ensuite dans différentes parties de la larve. Cette expérience prouve qu'il y a un transport intracellulaire entre l'intestin et le mésenchyme ; en outre, un transport intracellulaire du mésenchyme nutritif dans les tissus est rendu probable ; autrement, les cellules mésenchymateuses auraient pu transformer les substances, sans s'éloigner du voisinage de l'intestin ; les produits de la transformation seraient transportés en solution dans le liquide de la cavité générale ; maintenant on voit au contraire, comme il a déjà

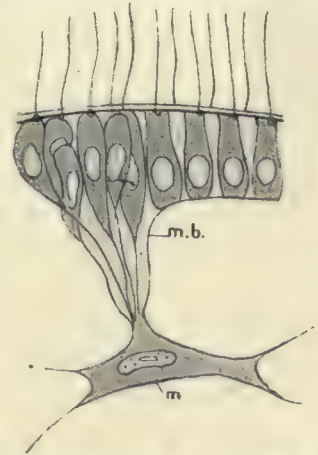


Fig. 41. — Des cellules de la bande ciliaire en communication avec une cellule mésenchymateuse *m.* *Paracentrotus*. Matériel vivant.

été décrit, que les cellules émigrent dans les parties différentes de la larve; ici, elles se mettent en communication plasmatique avec les cellules des tissus.

Pour les stades avec un rudiment échinien développé, il faut être moins catégorique sur la question du transport des matières nutritives. Il se pourrait que la cavité générale commence dans ces stades à jouer un rôle à cet égard. Un transport intracellulaire se réalise dans ce cas simultanément. Il faut laisser la question ouverte sur le caractère du transport des matières nutritives dans les stades avancés; en ce qui concerne les larves moins développées, nos idées énoncées plus haut sont affirmées par toutes les données de l'observation et de l'expérience.

Nous avons déjà mentionné en ce qui précède que les cellules mésenchymateuses peuvent remplir également une fonction excrétrice.

Les cellules squelettogènes représentent une spécialisation par rapport aux cellules nutritives; leur activité physiologique est de nature spéciale, et leur morphologie en rend compte: il y a toujours un corps plasmatique arrondi autour du noyau; de ce corps des tractus sortent le long les baguettes du squelette; d'autres tractus réunissent les cellules squelettogènes avec les cellules nutritives du mésenchyme, ainsi qu'avec les cellules de l'ectoderme. La nourriture doit être préparée dans les cellules nutritives avant d'entrer dans les cellules squelettogènes. Celles-ci ne peuvent pas remplacer celles-là dans leur activité transformatrice des substances, sans perdre en même temps leur fonction squelettogène.

Nous avons mentionné déjà qu'il se produit une assimilation et une multiplication dans le mésenchyme nutritif. Mais il n'y a pas seulement une production d'éléments semblables; il s'accomplit, en outre, une différenciation; les cellules nutritives peuvent se transformer, dans certaines conditions, par exemple en des cellules squelettogènes.

Après cette orientation générale nous allons procéder à un examen plus détaillé.

a. *Echinus microtuberculatus*. — La figure 42 nous représente une cellule squelettogène d'une gastrula. A ce stade, les cellules sont encore relativement grandes; elles contiennent de grands granules faiblement colorés; on voit les tractus émis de la cellule; *a* et *b* représentent la même cellule dessinée à un certain intervalle. Dans le stade *a*, le noyau avait une forme arrondie; soudainement, il se contracte et prend la forme étoilée de *b*.

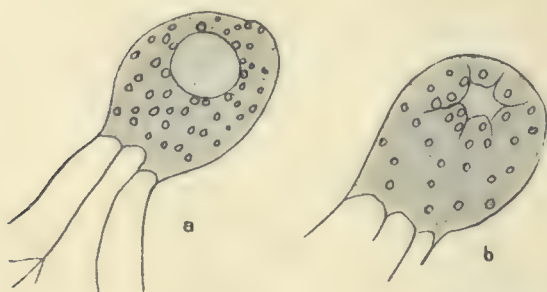


Fig. 42. — Une cellule mésenchymateuse d'une gastrula d'*Echinus*. Le noyau d'abord arrondi, *a*, prend pendant l'observation une forme étoilée, *b*.

La subdivision cellulaire du mésenchyme présente certaines particularités faciles à observer dans la gastrula. On voit se former un sillon dans le plasma après la division du noyau.

Mais ce sillon, partageant la cellule mère en deux parties égales, s'efface très souvent pour se former de nouveau après quelques moments. Le sillon ne pénètre pas pourtant jusqu'à la base de la cellule; il reste de cette façon une communication ouverte entre les deux cellules. Dans la suite, celles-ci commencent à s'éloigner l'une de l'autre; il en

résulte deux cellules réunies par un tractus plasmatique. On voit donc que la nature syncytiale du mésenchyme est de nature primaire ; pourtant il reste probable qu'il peut se former également des communications secondaires entre les cellules.

Les faits décrits sont illustrés par la figure 43. On y voit le sillon en train de se former.

La figure 44 nous représente quelques cellules d'une larve âgée de trois jours. C'est alors un pluteus très jeune. On voit la baguette du squelette *sq* à laquelle sont apposées les cellules squelettogènes *c. sq*. Celles-ci sont réunies entre elles par un tractus collé à la surface de la baguette ; de l'autre côté, les cellules émettent des tractus en communication avec un réseau très riche de filaments plasmatiques ; on voit, en outre, une cellule mésenchymateuse grande et allongée et qui enferme deux noyaux. Mais regardons les cellules

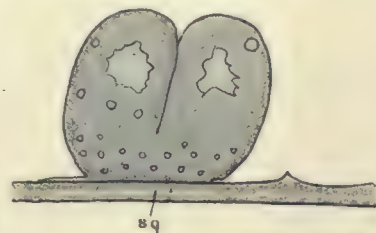


Fig. 43. — Une cellule squelettogène en train de se subdiviser. Gastrula d'*Echinus*. Matériel vivant. *sq*, baguette du squelette.

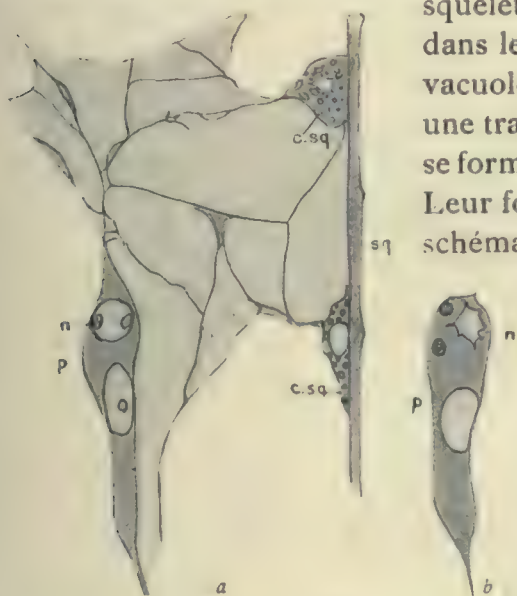


Fig. 44. — *a*, Une cellule mésenchymateuse *p*, en communication avec des cellules squelettogènes ; *b*, dans la cellule *p*, le noyau *n* rapetisse pendant l'observation.

squelettogènes ; celles-ci contiennent des granules comme dans le cas de la figure 42 et 43 ; mais, en outre, il y a des vacuoles à contenu non coloré. Ces vacuoles présentent une transformation des granules mentionnés, parce qu'elles se forment au fur et à mesure que les granules disparaissent. Leur forme est assez remarquable ; nous l'avons représenté schématiquement dans la figure 45 ; on voit que les vacuoles ne sont pas arrondies, mais de forme étirée en une ou deux pointes. Celles-ci, s'il y en a deux, se trouvent toujours aux bouts opposés de la vacuole ; il est à remarquer que les vacuoles sont toutes allongées à peu près dans la même direction. Chez la forme à une pointe, celle-ci regarde le côté de la cellule qui est en communication avec le réseau plasmatique. On s'explique les phénomènes décrits en supposant que les substances contenues dans les vacuoles se mêlent au plasma ; il y a des courants dans la direction du réseau des filaments. La disparition des vacuoles se fait probablement sous l'effet d'une réduction de

la tension superficielle du contenu vers le plasma. Les vacuoles en question disparaissent de plus en plus des cellules squelettogènes ; dans un stade un peu plus avancé que celui représenté dans la figure, on n'en découvre plus. Il est évident que les substances formant d'abord les vacuoles sont transportées dans le réseau plasmatique, nous l'avons déjà supposé, mais elles ne se présentent pas ici sous la forme des vacuoles ; les substances restent mêlées au plasma.

On voit que les noyaux des deux cellules squelettogènes ont une forme très différente : dans l'une, nous avons la forme étoilée ; dans l'autre, le noyau présente une forme arrondie

ou ovale. Dans les stades plus avancés du développement, les noyaux des cellules squelettogènes sont toujours presque parfaitement sphériques. On peut découvrir pourtant



Fig. 45. — Les vacuoles des cellules squelettogènes. Une larve de trois jours d'*Echinus*. Matériel vivant.

une forme plus irrégulière du noyau dans les cellules qui viennent de se différencier en des cellules squelettogènes. Il est instructif à cet égard d'étudier la première formation de l'arc dorsal. Nous en avons donné les deux figures 46 *a* et 46 *b*. Les deux cellules *a* et *b* sont réunies par une partie large de plasma. Dans celle-ci, on voit un granule calcaire large, formé évidemment par la fusion de deux granules. Les noyaux de ces deux cellules sont complètement sphériques; en outre, on voit la cellule *c*, dont le noyau est d'une forme plus irrégulière. Dans cette cellule, se voit un granule calcaire d'une grandeur qui correspond à peu près à la moitié du granule appartenant aux cellules *a* et *b*. Dans la suite,

nous avons observé que la cellule *c* s'appose aux cellules *a* et *b* de la manière représentée dans la figure 46 *b*. Les granules calcaires sont transportés l'un vers l'autre par des courants plasmatiques; ils sont soudés entre eux, ainsi nous avons l'ébauche de la formation triradiaire.

On se demande : est-ce que les granules calcaires sont formés d'abord dans le plasma ou dans le noyau? Nos observations sur le vivant indiquent plutôt une origine plasmatique.

Il faut ici rappeler une observation de SCHAXEL (1910). D'après cet auteur, une agglutination de chromatine se produit dans le plasma des cellules squelettogènes. Dans le centre de cette agglutination chromatique, la particule calcaire se condense. La chromatine serait émise du noyau. En effet, nous avons pu constater que le squelette est couvert d'une couche mince d'une substance organique; nous ne savons pas si des substances organiques participent également à la composition de la substance squelettique proprement dite. Toutefois, la couche mentionnée noircit au traitement par l'acide osmique, appliqué suivant les méthodes destinées à démontrer les substances grasses. La couche est visible surtout dans les parties plus épaissies du squelette, par exemple dans les parties postérieures de la baguette du corps. Probablement, elle existe également dans les parties minces, bien que moins visible.

Il s'agit peut-être d'une substance contenant des composants gras plus ou moins compliqués. La couche de substance organique, observée par nous, dérive peut-être de l'agglutination chromatique décrite par SCHAXEL. Il doit être sûr qu'il ne s'agit pas de chromatine ou, d'après la terminologie adoptée par nous, de caryotine. Toutefois, la substance en question dirige peut-être en quelque sorte le dépôt du matériel squelettique. Son origine nucléaire n'est pas prouvée d'une manière concluante par les observations de SCHAXEL. Toutefois nous avons observé la forme étoilée chez les noyaux au stade de la formation

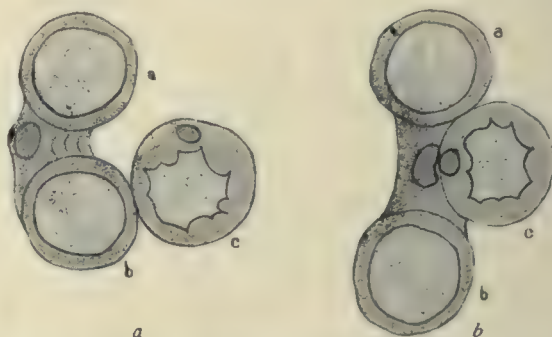


Fig. 46. — *a* et *b*. La formation de la première ébauche de l'arc dorsal. *Echinus*. Matériel vivant.

du granule squelettique. Cette forme indique un vif échange entre le noyau et le plasma.

Nous allons étudier maintenant des cellules nutritives suivant d'abord la figure 47. Celle-ci représente de différentes phases de la même cellule observée pendant une demi-heure ; de temps en temps, nous en avons fait des esquisses montrant les changements



Fig. 47. — Les étapes de la transformation d'un noyau mésenchymateux. Le noyau *n*, formé par un bourgeonnement (la figure *h*) agrandit dans la suite (les figures *i* et *j*). Pluteus jeune d'*Echinus*. Matériel vivant.

principaux. Les noyaux sont soumis à des changements presque continuels. Dans la figure 47 *a*, on observe le noyau comme un corps d'une réfraction de la lumière plus intense que le plasma. D'un côté, la membrane nucléaire semble plus épaissie ; de cette partie il sort dans le plasma des tractus ou des filaments qui s'anastomosent entre eux. Nous avons observé ce phénomène plusieurs fois ; il faut en conclure qu'il ne s'agit pas

d'une erreur facile à faire à l'observation sur le matériel vivant. Les filaments en question présentent des qualités optiques un peu différentes de celle de l'autre partie du noyau. Ils sont moins clairs et présentent une couleur de nacre. Un filament émis du noyau s'est apposé à un petit granule dans le plasma. On y voit, en outre, un granule plus grand qui était d'un éclat brunâtre. Les filaments se rétractent lentement ; le noyau augmente en volume ; le granule brunâtre est amené vers le noyau ; ce phénomène est dû probablement à des courants plasmatiques ; en d'autres cas, les noyaux émigrent vers une particule. — Dans la figure *b*, on voit le résultat des phénomènes décrits. Le granule s'est entouré d'une zone très claire. Celle-ci représente, soit une partie dissoute du granule, soit une partie nucléaire confluant autour du granule. Il n'est pas possible de décider entre ces deux cas. Soudainement (voir figure *c*), le noyau quitte le granule qui est évidemment consommé à un certain degré. En même temps, le noyau rapetisse considérablement, la membrane devient unie ; le noyau est d'une forme presque arrondie. Dans la figure *d*, on voit dans le plasma trois petits granules auxquels s'accôle le noyau ; ces granules ont été amenés probablement par des courants plasmatiques.

Mais le noyau est émigré en même temps vers les granules ; on peut le voir par comparaison des figures *c* et *d*. Toutefois, dans la suite, le noyau s'éloigne de nouveau des granules (voir figure *e*) ; mais la membrane nucléaire reste fixée aux granules ; il se forme ainsi trois tractus qui réunissent les granules et le noyau. Dans la figure *f*, on voit que deux tractus ont été rétractés ; le noyau augmente simultanément en grandeur ; on a vu une vacuole dans le plasma dès le stade de la figure *d*. Il est possible que cette vacuole dérive du noyau ; mais nous n'en pouvons rien assurer. Mais, au stade de la figure *g*, nous avons observé très nettement comment deux vacuoles se sont détachées du noyau ; celui-ci a pris d'ailleurs une forme étoilée. Les deux vacuoles s'éloignent tout de suite très rapidement du noyau ; c'est un phénomène qui se répète toujours.

Quant à la formation des vacuoles, il est impossible de remarquer les détails. Toutefois il est évident qu'elles ne se sont pas détachées des bouts des tractus émis en même temps dans le plasma.

Dans la suite, nous avons observé qu'il s'est formé un petit noyau à *n*, la figure *h*. Celui-ci ramasse autour de lui une quantité du plasma, qui se présente comme un gonflement d'un tractus de notre cellule originale. En même temps a lieu une concentration de matériel plasmatique à une partie d'un tractus voisin *t* ; cette partie s'approche de plus en plus vers la masse plasmatique entourant le petit noyau ; enfin a lieu un fusionnement des deux parties plasmatiques. Peu après, le petit noyau augmente en volume et prend une forme étoilée ; il arrive enfin à une grandeur égale à celle du noyau étudié d'abord ; on voit ces phénomènes dans les figures *i* et *j*. Dans la dernière, on observe qu'un fusionnement des parties plasmatiques s'est réalisé ; il existe alors une cellule à deux noyaux.

On se demande : d'où provient le petit noyau arrondi *n* de la figure *h* ? On pourrait émettre l'idée suivante : il y a eu un bourgeonnement de la part du noyau, phénomène, étudié déjà dans l'intestin moyen de *Paracentrotus* ; les vacuoles ou l'une des vacuoles observées aurait alors le caractère de bourgeon ; en effet, les vacuoles de la figure *g* ont été transportées par les courants plasmatiques justement dans le même filament où s'est

montré plus tard le noyau *n*. Celui-ci a présenté d'ailleurs tout à fait le même aspect que les vacuoles quant à la grandeur et à la réfraction de la lumière. Nous verrons notre idée confirmée dans la suite.

La larve étudiée dans ce qui précède avait l'âge de neuf jours. Les granules observés dans le plasma de la cellule mésenchymateuse dérivent probablement de l'intestin moyen : ils sont ou des granules transformés déjà de quelque sorte, ou des granules de nourriture qui n'ont été soumis encore à aucun traitement. Nous verrons dans la suite qu'on en trouve dans le mésenchyme. On peut étudier aisément la manière du noyau d'attaquer les granules ; les derniers sont évidemment dissous petit à petit : les substances sont résorbées dans les noyaux par diffusion ; elles sont transformées ; ensuite elles sont émises.

Les produits de la transformation peuvent être émis sous la forme de vacuoles ou de granules, comme il résulte d'un grand nombre d'observations. Les vacuoles expulsées des noyaux du mésenchyme se distinguent des vacuoles dérivant de l'intestin moyen : elles sont d'abord moins grandes que celles-ci ; en outre, elles se colorent souvent par le « neutralrot » en rouge clair, ou presque en orange. Ces vacuoles sont absolument du même caractère que les vacuoles trouvées dans les cellules squelettogènes ou dans les cellules de la bande ciliaire à partir d'un âge de trois à quatre jours de la larve. Probablement, les vacuoles des cellules aplaties de l'ectoderme n'en diffèrent pas non plus. Seulement, celles-ci présentent, en général, une coloration plus foncée par le « neutralrot ».

On se rappelle que les vacuoles expulsées des noyaux de l'intestin moyen ne se colorent pas d'abord par le « neutralrot » ; ou en quelques cas elles prennent une couleur orange. La coloration en rouge foncé n'entre qu'après un fusionnement partiel avec les granules ; ce phénomène s'accomplit dans le mésenchyme, nous l'avons vu en ce qui précède ; en outre, ce n'est, en général, que la partie périphérique qui se colore intensément. Enfin les vacuoles en question sont attaquées par les noyaux du mésenchyme ; alors, les parties denses, les granules, se dissolvent sous l'influence du noyau ; les substances dissoutes sont résorbées dans celui-ci qui les transforme ; elles sont émises sous la forme des vacuoles et des granules. Le noyau du mésenchyme continue et complète par suite l'activité du noyau de l'intestin moyen.

Par la transformation des parties colorées par le « neutralrot », il ne reste de la vacuole nutritive que les substances qui ne se colorent pas ou qui ne se colorent que faiblement par le « neutralrot ». En général, ces substances se mêlent maintenant au plasma, c'est-à-dire les vacuoles disparaissent. Souvent, la vacuole doit disparaître déjà avant la transformation des parties colorées par le « neutralrot » ; de cette façon, nous avons des granules libres dans le plasma du mésenchyme ; pourtant ces granules peuvent représenter également des particules non digérées de la nourriture ; nous l'avons déjà mentionné. En outre, il y a dans le plasma du mésenchyme une sorte de granules très faciles à distinguer des autres : ce sont des produits de la transformation dans les noyaux du mésenchyme. Ces granules sont très petits, d'un faible éclat jaunâtre ; ils se conservent souvent dans les préparations ; il paraît qu'ils se colorent en général par le « neutralrot ». Nous allons revenir sur ces granules dans la suite. Qu'il soit seulement entendu ici qu'ils se forment dans

les noyaux du mésenchyme; ils sont expulsés et amenés dans la suite par des courants plasmatiques; enfin ils se déposent dans les cellules aplaties de l'ectoderme, sauf dans la partie orale.

Les vacuoles, trouvées dans les cellules de l'ectoderme et dans les cellules squelettogènes, ont les mêmes caractères que celles colorées en rouge clair ou en orange que nous avons observées dans les cellules nutritives du mésenchyme; nous l'avons déjà mentionné. Il reste alors probable que les vacuoles des premières cellules sont formées, du moins en partie, par le mésenchyme nutritif. Nous avons constaté déjà qu'il y a eu un transport des granules entre le mésenchyme et les cellules ectodermiques aplaties. Pourtant nous n'avons pu étudier sous nos yeux un transport de vacuoles entre le mésenchyme et l'ectoderme dans les larves normales. Il est possible que les substances contenues dans les vacuoles se mêlent d'abord au plasma; ensuite elles sont transportées dans les cellules squelettogènes ou dans les cellules ectodermiques; ici les substances en question se séparent du protoplasma en formant de nouveau des vacuoles. Mais il est probable que le contenu de ces vacuoles ne dérivent pas seulement des vacuoles formées dans le mésenchyme. Nous avons mentionné que les substances des vacuoles nutritives venant de l'intestin moyen se mêlent au plasma des cellules mésenchymateuses. Il est fort probable que ces substances participent également, sans transformation préalable, à la formation des vacuoles de l'ectoderme et des cellules squelettogènes.

Nous avons déjà dit que les noyaux du mésenchyme nutritif complètent l'activité des noyaux de l'intestin moyen; il résulte d'une description précédente que les noyaux de l'intestin ne peuvent pas liquéfier complètement les substances des granules chez les stades plus jeunes; mais, dans la suite, les granules disparaissent de plus en plus; toutes les substances transformées dans l'intestin sont déposées dans les vacuoles; avec cela, une fonction du mésenchyme disparaît: la liquéfaction des granules accolés aux vacuoles nutritives. Il reste pourtant la fonction d'un transport de substances et celle de la transformation de certains composants nutritifs dans les granules jaunâtres déjà mentionnés. Sauf dans des cas exceptionnels, le contenu des vacuoles se mêle au plasma avant d'entrer dans le mésenchyme; les substances se transportent ici par diffusion et par les mouvements plasmatiques dans les tractus; les noyaux du mésenchyme absorbent certaines substances, nous l'avons déjà dit. Mais les courants de diffusion peuvent se propager dans les parties les plus éloignées de la larve par le système des tractus en communication. Dans certaines cellules ectodermiques et dans les cellules squelettogènes, les substances se démêlent du plasma en formant de nouveau des vacuoles.

C'est ici le moment d'examiner encore une fois la question: est-ce qu'une diffusion de substances par la cavité générale ne se réalise pas, du moins aux stades plus avancés du développement?

La disparition des vacuoles formées dans l'intestin moyen parle peut-être en faveur de l'idée d'un transport par la cavité générale. Mais nous avons observé expérimentalement comment des vacuoles très grandes se transportent dans les

tractus du mésenchyme, phénomène très curieux à voir. Après quelque temps les vacuoles disparaissent pourtant. Les dernières observations rendent plutôt probable que le transport des substances nutritives se fait normalement par le mésenchyme. La persistance des tractus mettant les cellules en communication parle également en faveur de l'idée du transport intracellulaire. Il faut avouer pourtant que même nos dernières considérations n'ont pu aucunement trancher la question de manière définitive.

Nous avons étudié, dans la figure 47, *h* et *i*, la croissance très rapide du noyau *n*. Il est évident que ce noyau augmente son volume par une résorption de substances dissoutes dans le plasma; il y a alors une diffusion par la membrane nucléaire, vers l'intérieur du noyau. Mais, en outre, nous avons observé dans la figure 47 *b* une résorption, de la part du noyau, des substances formées; cette résorption a été suivie d'une réduction du volume du noyau. On ne peut s'expliquer ce phénomène qu'en supposant : 1° ou une précipitation de substances dans l'intérieur du noyau; ou 2° une diffusion par la membrane de substances dissoutes.

Dans le premier cas, la réduction de grandeur serait due seulement à une réduction de la quantité d'eau contenue dans le noyau. Il est difficile de décider entre les deux points. Pourtant il est probable que les substances dissoutes peuvent sortir par la membrane nucléaire sous certaines conditions.

Dans la figure 47, nous n'avons pu découvrir une série régulière et périodique des transformations du noyau comme dans l'intestin; de différents états du noyau se sont interchangés d'une manière irrégulière. Pourtant il y a également dans le mésenchyme une sorte de périodicité, mais moins nette que dans le cas de l'intestin.

Seulement la durée de l'observation n'était pas assez longue dans le cas décrit. Mais on trouve également dans le mésenchyme nutritif deux pôles de la transformation du noyau : il y a des noyaux plus grands et arrondis; il est vrai pourtant que ceux-ci sont beaucoup plus rares (chez des larves normales). On a l'impression que la présence des noyaux arrondis soit plutôt accidentelle. Nous avons vu pourtant déjà, à propos de l'étude de l'intestin, que, dans la phase d'agrandissement du noyau, il y a, chez *Echinus*, une émission ainsi qu'une résorption de la part du noyau. On peut s'imaginer maintenant que cette phase est très prolongée dans les noyaux du mésenchyme nutritif. Ceux-ci ne complètent que très rarement la phase d'agrandissement.

Dans la figure 48 *a* et *b*, nous avons représenté deux cellules mésenchymateuses d'une larve âgée de vingt-quatre jours : dans l'une des cellules *a*, le noyau est très

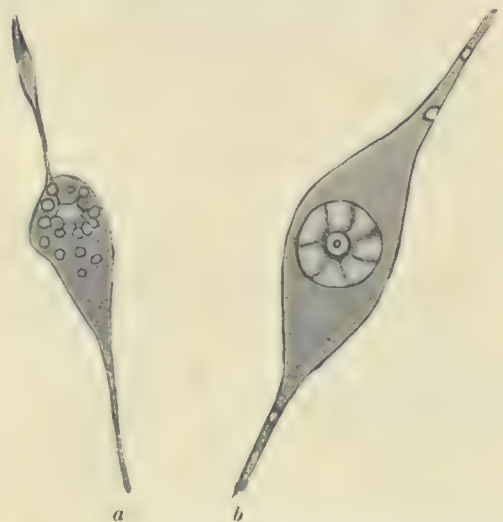


Fig. 48. — *a* et *b*. Deux cellules mésenchymateuses d'une larve à trois paires de bras d'*Echinus*. Matériel vivant.

petit, de forme étoilée; il est entouré de vacuoles expulsées probablement du noyau. Dans l'autre cellule, le noyau est plus grand, arrondi. Dans l'intérieur, on découvre avec une grande clarté les filaments; ceux-ci sont arrangés radiairement par rapport à une vacuole centrale; dans l'intérieur de cette vacuole, on découvre un nucléole. Dans la suite, ce noyau rapetisse sûrement et d'une manière que nous allons voir.

Nous allons finir la description du matériel vivant par quelques observations sur des gastrulas quelque peu aberrantes : les noyaux étaient plus grands que

d'ordinaire; en outre, ils avaient, en général, la forme arrondie; les structures de l'intérieur étaient visibles, avec une clarté extraordinaire. Les œufs desquels se sont développées ces gastrulas se sont trouvés probablement dans un état de maturité trop avancée : la fécondation artificielle de ces œufs a été faite vers la fin de la période sexuelle d'*Echinus*. La figure 49 *a* nous donne un noyau des plus grands. Dans l'intérieur du noyau sphérique, on voit admirablement les filaments ici très larges; leur substance réfracte la lumière assez fortement; elle est de la couleur de nacre dont nous avons déjà parlé. On avait l'impression que l'intérieur du filament était liquide, conservé dans sa forme par des

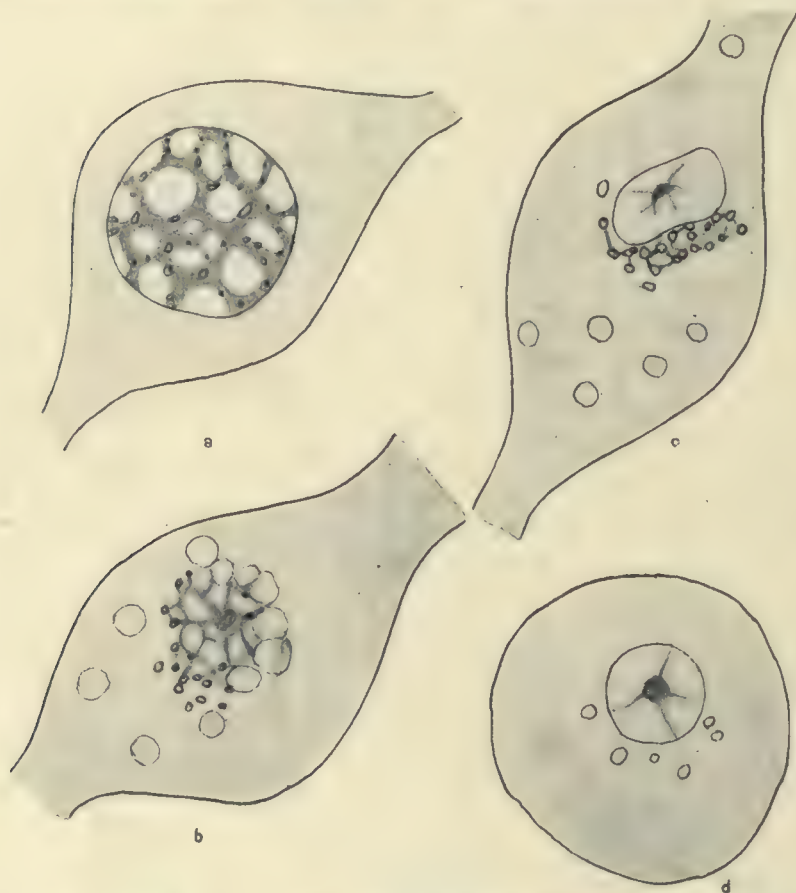


Fig. 49. — *a, b, c, d*. La même cellule mésenchymateuse. Les étapes de la transformation du noyau, observée sur le matériel vivant. Gastrula d'*Echinus* d'une culture dérivant des œufs d'une maturation avancée.

parois plus denses. Le long des filaments il y avait des granules de grandeur et de forme assez variables. Près du centre du noyau, on voit une agglutination plus grande de substances nucléaires.

Le noyau *b* de la figure 50 du même objet ressemble beaucoup à celui qui vient d'être décrit. Mais il y a ici un caryosome ou un nucléole plus distinct; celui-ci est de forme étoilée; il est évident que la substance du caryosome se continue directement dans les filaments. Les granules sont plus nombreux que dans le premier noyau; les granules se voient également dans ce noyau, le long des filaments, exception faite seulement pour quelques cas; des filaments ont peut-être

existé également ici, bien que plus minces et par conséquent moins visibles.

Le noyau *a* de la figure 50 est moins grand que les deux noyaux décrits dernièrement. Les filaments sont également moins développés et on ne voit pas de granules. Près du centre, il y a un nucléole entouré par les bords de substance filamenteuse; le nucléole est moins transparent que les parties caryosomiques. Les mailles des filaments présentent des nœuds prononcés à forme anguleuse.

Pendant l'observation, le noyau de la figure 49 *a* changea tout d'un coup d'aspect. La membrane nucléaire, bien marquée d'abord, disparut. Le phénomène est représenté dans la figure 49 *b*. On observe des courants dans les filaments vers la périphérie du noyau; les courants emportent les granules qui sont expulsés dans le plasma.

Les filaments proéminent dans le plasma en pointes. Il était facile à voir que la substance liquide des filaments se versait dans le plasma par ces pointes; celles-ci ont perdu probablement leur limitation dense vers le milieu ambiant; cet effet se produit sans doute sous l'influence du contact avec le plasma. En même temps un certain nombre de vacuoles ont été expulsées avec une violence, comme lancées par un ressort. Elles s'éloignent tout de suite du voisinage du noyau, emportées par les courants plasmatiques centrifuges; nous en avons observé toujours dans les cas semblables. Les vacuoles ont été préformées probablement dans l'intérieur du noyau. On en voit les indications dans la figure 49 *a* : les mailles des filaments sont souvent plus ou moins bombées.

On remarque dans la figure 49 *b* qu'il se condense, au milieu du noyau, un corps plus dense; il est moins diaphane que les autres structures nucléaires et d'une couleur faiblement jaunâtre. On le revoit dans la figure *c*, presque au milieu du noyau; il se présente ici comme nucléole; de celui-ci on voit sortir des filaments peu nombreux et très minces. Une comparaison avec le noyau de la figure 49 *a* nous démontre combien la quantité de la substance filamenteuse a été réduite; cette comparaison nous confirme l'observation faite directement sous les yeux que la substance filamenteuse est en partie expulsée dans le plasma. Dans la figure 49 *c*, on voit, en outre, tout près du noyau, une substance filamenteuse sur laquelle on voit des granules. Celle-là n'est que la substance émise du noyau. Toutefois la formation « chromidiale », comme elle doit s'appeler d'après la terminologie de R. HERTWIG (1902), disparaît rapidement. On n'en voit plus dans la figure 49 *d*, qui fait suite à la figure précédente. La substance filamenteuse se mêle au plasma ou se dépose en vacuoles; nous n'en pouvons rien assurer. Les granules sont emportés par les courants centrifuges du plasma. Dans notre figure 49 *d*, on ne voit, dans le voisinage du noyau, que quelques vacuoles; il se pourrait que celles-ci représentent la substance filamenteuse. Le noyau, aplati de deux côtés dans la figure 49 *c*, s'est arrondi. Le nucléole est devenu plus grand et

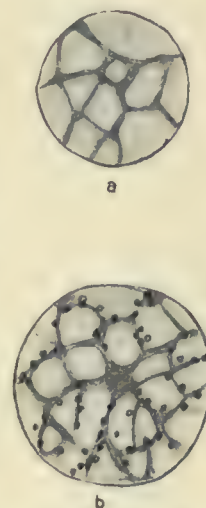


Fig. 50. — Deux noyaux du mésenchyme de la même gastrula que celui de la figure 49. Matériel vivant.

moins dense; les filaments toujours très minces se sont arrangés radiairement par rapport au nucléole. On peut se figurer que le noyau *a* de la figure 50 représente un stade plus avancé du développement du noyau de la figure 49 *d*. Les filaments sont plus épais; le nucléole du dernier s'est différencié en une partie nucléolaire, proprement dite, et en une partie caryosomique.

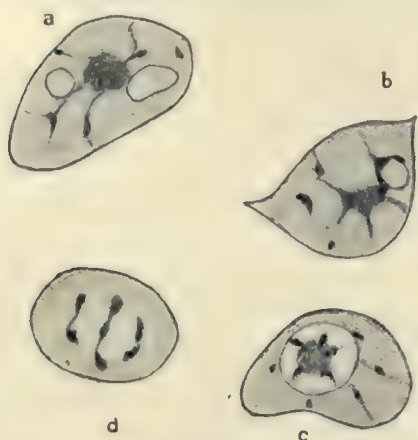


Fig. 51. — Des noyaux du mésenchyme d'une larve d'*Echinus* à trois paires de bras. Matériel fixé.

Dans le cas présenté dernièrement, nous avons pu étudier les phénomènes d'expulsion d'une netteté vraiment admirable. Il ne doit pas être difficile de répéter nos observations en choisissant des gastrulas provenant d'œufs arrivés à une maturité avancée; ou on pourrait peut-être provoquer expérimentalement les mêmes effets en soumettant les œufs à quelque réactif lipolytique faisant suivre à ce traitement la fécondation. Ce serait la méthode dont s'est servi HERBST (1906) pour ses études sur l'hérédité. Les noyaux s'agrandissent sous l'effet de cette méthode.

Nous avons vu que les phénomènes décrits ont commencé par la disparition de la membrane nucléaire; ensuite, il y avait une circulation centrifuge des substances nucléaires; mais la condensation d'un nucléole central indique qu'une circulation centripète d'autres substances se réalise peut-être en même temps; celle-ci doit être moins forte. Les granules sont expulsés le long des filaments: c'est un fait sur lequel nous insistons. Dans la suite, il s'est formé une membrane nouvelle, un phénomène que nous avons rencontré déjà en ce qui précède.

L'étude de quelques figures d'après le matériel fixé va compléter nos idées sur la transformation dans les cellules mésenchymateuses.

La figure 51 nous présente quatre noyaux du mésenchyme nutritif d'un pluteus à trois paires de bras. Cette larve avait l'âge d'à peu près vingt jours. Les noyaux sont pourtant tout à fait typiques pour tous les stades du développement. Au stade plus avancé, les noyaux paraissent seulement plus grands, et par suite plus faciles à étudier que dans les pluteus d'un développement moins avancé.

Les noyaux en question présentent une ressemblance frappante avec les noyaux de l'intestin moyen du stade représenté dans la figure 7. En effet, dans les deux cas, des phénomènes analogues se réalisent. Dans le noyau *a*, on découvre deux vacuoles formées dans l'intérieur du noyau. En outre, on voit un grand nucléole ou caryosome basophile d'où sortent des filaments; les derniers portent des agglutinations plus denses et plus fortement colorées.

Il faut faire quelques remarques sur une question de terminologie qui sera plus

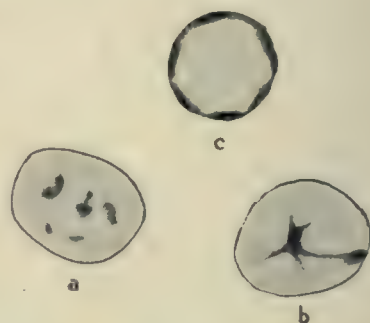


Fig. 52. — Des noyaux du mésenchyme d'une larve d'*Echinus* à trois paires de bras. Les noyaux *a* et *b* appartiennent à des cellules squelettogènes. Matériel fixé.

longuement considérée dans la discussion générale. La désignation de nucléole a été employée en ce qui précède dans un sens plus général, pour désigner des conglutinations arrondies de substances nucléaires. Nous avons désigné quelquefois par « substance nucléolaire proprement dite » des conglutinations de substances presque toujours acidophiles qui sont bien limitées vers la caryotine. On désigne du nom de nucléole des formations de nature assez différente. La notion de nucléole dans le sens plus étendu n'a qu'une valeur descriptive. Une conglutination de la caryotine doit être appelée « caryosome ». Nous en avons vu un exemple typique dans le noyau *b* de la figure 50. Dans les préparations, il est souvent difficile de distinguer entre « nucléole » et « caryosome »; la difficulté est d'autant plus grande qu'un nucléole dans le sens plus étendu se compose souvent d'un nucléole, dans le sens plus limité, et d'un caryosome.

Après ce détour, il faut revenir sur notre figure. Dans le noyau *b*, il y a une conglutination centrale basophile qui se continue dans les filaments. Cette formation doit s'appeler, par suite, caryosome. A côté de celui-ci on trouve une agglutination plus petite de substance également basophile; une vacuole est apposée à la dernière. Dans le noyau *c*, on trouve une grande vacuole à côté du nucléole central. Enfin le noyau *d*, plus petit que les autres, présente un aspect aberrant. Il ne possède ni vacuoles ni agglutination centrale sous forme de nucléole ou de caryosome. Le dernier noyau représente évidemment un autre stade de la transformation que les noyaux précédents. Les vacuoles ont été expulsées. Les substances nucléaires présentent un minimum de développement. Elles se sont déposées sous forme d'anses filamenteuses avec des épaisissements assez réguliers.

Il se pourrait que le noyau *d* de la figure 51 appartienne à une cellule en train de se différencier en une cellule squelettogène. L'arrangement de la caryotine rappelle beaucoup celui qu'on trouve souvent chez les noyaux des dernières cellules. La figure 52 *a* nous présente, en effet, le noyau d'une cellule squelettogène, vu pour ainsi dire de profil. Les cellules en question s'aplatissent généralement vers les baguettes du squelette. Sous cet effet, les noyaux prennent également une forme aplatie. Dans les préparations, on voit le plus souvent le noyau du côté aplati. On y voit alors un grand nucléole entouré de caryosomes, généralement au nombre de cinq, dont l'un plus grand. Dans le noyau *a* de notre figure, on voit une particularité assez remarquable des caryosomes. Ceux-ci semblent composés de deux parties apposées. Les caryosomes présentent, en effet, une structure dualiste. Vu le nombre assez limité qu'on arrive à étudier de profil, il n'est pas possible de dire si le phénomène du dualisme se présente toujours dans ces noyaux. Nous allons revenir sur cette observation dans une autre suite de considérations. Le noyau *b* nous présente un autre noyau d'une cellule squelettogène. Ce noyau nous montre le grand caryosome qui est, en effet, allongé dans la même direction que les caryosomes du noyau précédent; mais le dualisme est moins prononcé.

Enfin, le noyau *c* représente un cas assez particulier. Toutes les substances nucléaires se sont apposées vers la surface du noyau en des amas peu distincts. Le

noyau en question a été trouvé tout près de la bande ciliaire dans la partie la plus proximale. Nous allons revoir des cas semblables dans la suite.

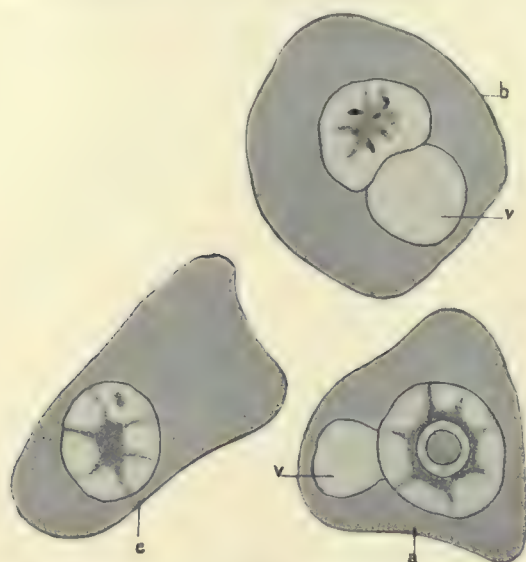


Fig. 53. — Trois cellules d'une larve d'*Echinus* ; le plasma condensé sous l'effet d'une résorption de particules de carmin. Matériel fixé.

La figure 53 représente trois cellules mésenchymateuses d'une larve plongée pour quelque temps dans l'eau de mer contenant un peu de carmin. Déjà, sous l'effet d'une action faible de ce traitement, le plasma se contracte et devient par suite beaucoup plus visible. Sous les mêmes conditions, les noyaux ne sont pas altérés d'une façon essentielle. Nous allons étudier, dans la partie expérimentale, les modifications qui se produisent.

Nous observons d'abord que des vacuoles *v*, assez grandes, sont apposées aux noyaux dans les cellules *a* et *b*.

Le noyau de la cellule *a* représente un stade absolument identique à celui, trouvé dans le vivant, du noyau de la figure 48 *b*. Il y a une vacuole centrale qui enferme un nucléole, de nature acidophile. La vacuole est entourée

de substance basophile, qui s'étire en filaments vers la périphérie. Le nucléole est expulsé en entier, comme nous l'avons observé dans un cas relaté plus loin. Ce phénomène n'est pas plus difficile à comprendre que l'expulsion des vacuoles ; sans doute, toute la vacuole centrale expulsée emporte le nucléole. Les cellules *b* et *c* sont probablement dans le vivant d'une forme étoilée.

Enfin, dans la figure 54, on trouve représenté des noyaux du coelome gauche d'une larve dans laquelle le rudiment échinien vient de se former. Regardons d'abord la paroi *p* : il saute aux yeux que les noyaux se rapetissent au fur et à mesure qu'on s'éloigne d'un endroit marqué par les noyaux *a* et *b*. Les derniers sont en train d'immigrer dans la paroi, le plasma qui les entoure est beaucoup moins dense que celui des cellules de la paroi ; il n'a pas été dessiné dans la figure ; il en est de même avec le plasma entourant les noyaux situés dans la cavité du coelome. Le noyau *d* est en train de se subdiviser en trois noyaux filles. Ce phénomène s'accomplit probablement dans le vivant par un bourgeonnement successif. Le bourgeonnement présente probablement le mode de division typique des noyaux du mésenchyme. Nous l'avons observé même dans le vivant, comme il est relaté plus haut (voir, p. 73, la figure 47, *g*, *h*, *i*). Toutefois, on observe très rarement des noyaux en division dans le mésenchyme. Ceci s'explique

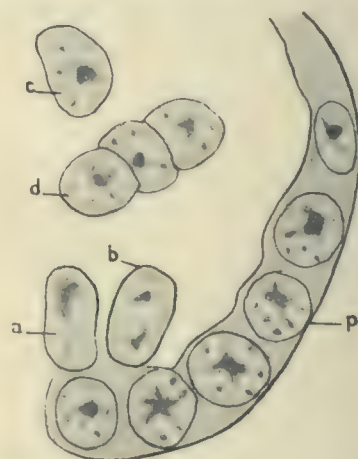


Fig. 54. — Une partie de la paroi du coelome gauche d'une larve d'*Echinus* à trois paires de bras. Dans la cavité des noyaux se voient, dont l'un, *d*, en bourgeonnement. Matériel fixé.

pourtant par la rapidité extraordinaire avec laquelle s'accomplit le phénomène du bourgeonnement. En effet, l'expulsion des bourgeons s'est produite au bout de quelques minutes dans le cas observé vivant.

Les cellules mésenchymateuses squelettogènes se divisent probablement suivant un procédé plus compliqué que celui que nous venons de décrire. Nous allons revenir sur ce procédé dans la suite (*cf.* les observations sur la paroi ectodermique orale). Il faut remarquer pourtant que la multiplication des cellules squelettogènes se réalise souvent par une différenciation de cellules mésenchymateuses nutritives.

La figure 54 nous donne des renseignements assez intéressants sur le mode de croissance du coelome. Évidemment, une immigration se réalise, des cellules mésenchymateuses dans la cavité du coelome. Une telle immigration peut s'accomplir sans difficulté de la part des cellules mésenchymateuses. Nous l'avons observée dans plusieurs cas (par exemple une immigration de cellules mésenchymateuses dans la cavité de l'intestin moyen, voir la communication 1912 *b*, p. 9). Dans la cavité coelomique, une subdivision des noyaux s'accomplit. Ensuite, les éléments émigrent vers un certain endroit de la paroi où elles s'intercalent. Nous n'avons pu distinguer : 1° si les noyaux de la cavité se trouvent dans une masse plasmatique commune ; ou bien 2° s'il y a également une subdivision du plasma. Le premier point est peut-être le plus probable en vue de la subdivision rapide des noyaux. Une limitation d'une certaine masse du plasma autour d'un noyau se produit probablement dans la suite. L'unité d'un noyau entouré d'une certaine quantité de plasma correspond à une cellule. Les cellules s'individualisent peut-être davantage en passant dans la paroi. Cette question ne peut être tranchée sans des méthodes spéciales que nous n'avons pas utilisées.

Nous avons déjà remarqué que les noyaux rapetissent dans la paroi. Il en résulte que les noyaux s'y différencient. Probablement, les noyaux possèdent dans la suite une grandeur à peu près constante.

Les cellules mésenchymateuses sont attirées probablement dans la cavité coelomique par un chémotactisme. La cavité coelomique enferme peut-être des substances nutritives en grande quantité. En effet, la position du coelome tout près de l'intestin moyen en donne des conditions favorables. Les cellules du coelome sont réunies avec celles de l'intestin moyen par des tractus nombreux. Une diffusion ou une sécrétion dans la cavité des substances nutritives se réalise peut-être. L'abondance des matières nutritives favorise la multiplication des noyaux et la croissance du plasma.

Une immigration de cellules mésenchymateuses se réalise peut-être également dans la partie lymphatique de l'appendice, dans la partie distale du système aquifère de la larve. Cet appendice est intercalé entre le canal du sable et le canal hydrophore ; il se compose, dans les cas typiques, de trois parties : l'organe pulsateur, l'organe lymphatique et l'ampoule (*cf.* notre travail 1912 *c*). Sous l'effet de l'activité de l'organe pulsateur, des courants se produisent de l'eau de mer dans le système. Celle-ci attire peut-être les cellules mésenchymateuses par l'oxygène qu'elle contient en solution.

Une multiplication des éléments se produit probablement dans l'organe lymphatique. Toutefois des cellules émigrent de cet endroit vers l'hydrocoele ; elles participent à la

croissance de celle-ci ; voici alors des phénomènes bien analogues à ceux que nous avons constatés dans le coelome.

RÉSUMÉ DES ÉTUDES DES CELLULES MÉSENCHYMATEUSES D'ECHINUS. — On distingue des cellules nutritives et des cellules squelettogènes du mésenchyme. Les premières achèvent le travail de digestion commencé par les cellules de l'intestin moyen. Le noyau joue un rôle actif à cet effet. Il est le plus souvent d'une forme étoilée. Les noyaux des cellules squelettogènes sont le plus souvent d'une forme arrondie.

b. *Paracentrotus lividus*. — La figure 55 a, b représente des éléments mésenchymateux d'une gastrula :

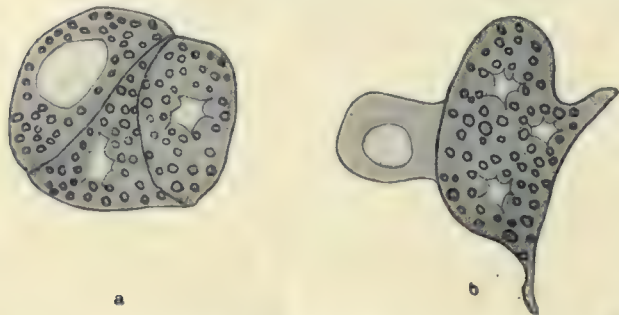


Fig. 55. — Deux syncytiums en subdivision du mésenchyme d'une gastrula de *Paracentrotus*. Matériel vivant.

dans la figure a, on voit trois noyaux, un grand, à membrane unie, deux petits, étoilés. Le plasma bourré de granules est partagé en trois parties par des sillons superficiels ; nous avons par suite un syncytium avec des indications d'une subdivision suivant le nombre des noyaux. La figure b donne un syncytium où il n'y a pas de sillons ; une partie s'est proéminée en forme de pseudopode ; dans celle-ci, il y a un grand noyau à

membrane unie, mais il n'y a pas de granules ; la partie en question semble en train de s'individualiser en cellule ; l'autre partie du syncytium contient des noyaux petits et étoilés. Il était intéressant d'observer les courants plasmatiques très vifs qu'on voit dans ces syncytiums. Surtout dans le syncytium de la figure a, les courants avaient évidemment pour « but » de séparer les parties encore cohérentes renfermant chacune un noyau. De temps en temps, les sillons se sont approfondis, mais sans trancher complètement la masse plasmatique. Pourtant, on pouvait observer une répulsion mutuelle des parties plasmatiques groupées autour d'un noyau. Nous avons vu comment les « essais » à séparer les parties marquées d'abord par les sillons réussissent enfin ; il se forme alors deux ou plusieurs cellules réunies par des filaments plasmatiques. La figure b donne un procédé quelque peu aberrant de celui que nous venons de décrire : la partie proéminente s'éloigne, en rampant amiboïdement, du syncytium, mais reste en communication plasmatique avec celui-ci ; les sillons ne se sont pas d'abord formés dans le dernier cas ; on dirait plutôt qu'il y a eu ici une subdivision par bourgeonnement ; mais le bourgeon ne peut pas se détacher tout de suite ; on le voit, en effet, faire des mouvements très vifs avant de « réussir ». Il résulte des observations relatées que le caractère syncytial du mésenchyme est de nature primaire chez *Paracentrotus*. Nous avons déjà constaté la même chose pour *Echinus* dans les pages précédentes. Mais il faut ajouter également

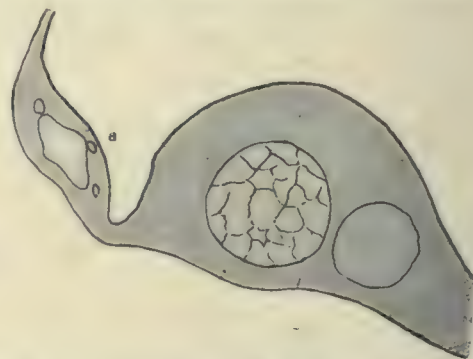


Fig. 56. — Syncytium d'une gastrula de *Paracentrotus*. Matériel vivant.

ici que des communications intracellulaires peuvent se former secondairement.

Les granules trouvés en abondance dans le stade de gastrula sont transformés dans la suite, évidemment par l'activité du noyau. Les grandeurs différentes des noyaux et la forme étoilée qu'on trouve souvent, indiquent qu'il en est ainsi. Dans la figure 56, nous avons représenté un autre syncytium d'une gastrula ; dans celui-ci, on voit trois noyaux dont un s'est séparé déjà des autres, *a* ; celui-ci s'est entouré d'une masse plasmatique en communication assez large encore avec le reste du syncytium. Dans celui-ci on voit les deux autres noyaux ; dans l'un, plus grand, on peut distinguer faiblement des mailles assez compliquées et deux caryosomes ; dans l'autre noyau, on ne voit pas de structures sur le vivant. L'observation de ces noyaux confirme l'idée qu'il y a eu une transformation des substances par le noyau.

La figure 57 donne une cellule squelettogène de la même gastrula dans laquelle nous avons étudié le syncytium de la figure précédente. Le noyau se trouve dans un stade de contraction et présente une forme très irrégulière. Dans la suite, les noyaux des cellules squelettogènes prennent toujours une forme arrondie ; nous avons déjà trouvé un état de choses semblable chez *Echinus*.

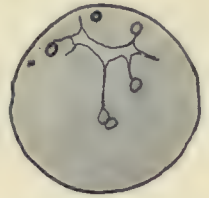


Fig. 57. — Une cellule squelettogène d'une gastrula de *Paracentrotus*. Matériel vivant.

En résumé, des observations décrites précédemment, on peut dire qu'il se réalise évidemment dans la gastrula une transformation des enclaves provenant de l'œuf ; cette transformation se fait par l'activité directe du noyau ; celui-ci grandit en résorbant les substances ; il s'ensuit une phase de rapetissement accompagnée d'une expulsion des substances transformées.

Dans la suite, les noyaux des cellules mésenchymateuses nutritives présentent toujours une forme plus ou moins arrondie. Le noyau peut se déplacer par des mouvements amiboïdes : alors le noyau se déforme plus ou moins, il est vrai ; mais les pseudopodes, toujours assez larges, rétractés, la forme arrondie se prononce de nouveau. Il y a, sur ce point, une grande différence avec *Echinus* où la forme étoilée des noyaux est très répandue dans le mésenchyme nutritif. Il n'y a que dans quelques cas très rares que nous avons observé une forme étoilée des noyaux mésenchymateux chez le pluteus de *Paracentrotus*.

Pourtant, la fonction des noyaux ne semble pas différente chez les deux espèces. Également chez *Paracentrotus*, les produits nutritifs venant de l'intestin sont transformés dans le mésenchyme ; les vacuoles nutritives sont digérées ; la partie périphérique, formée originairement de granules, est dissoute sous l'influence du noyau ; celui-ci résorbe des substances dissoutes ; dans l'intérieur du noyau sont élaborées de petits granules jaunâtres, comme chez *Echinus* ; on retrouve ces granules dans les éléments aplatis de l'ectoderme, sauf dans la partie orale ; en outre, on voit se former souvent des vacuoles dans les cellules mésenchymateuses. Dans ce qui suit, nous allons examiner les phénomènes en question d'une manière plus détaillée.

La figure 58 nous donne la même cellule en deux stades ; dans la figure *a*, on voit un noyau grand et arrondi ; dans l'intérieur on découvre au milieu un corps réfractant davantage la lumière ; celui-ci est d'une forme étoilée ; cette forme est provoquée probable-

ment par les filaments qui sortent de la partie centrale. Au cours de l'observation, le noyau se contracte soudainement ; il se produit alors un état de choses représenté dans

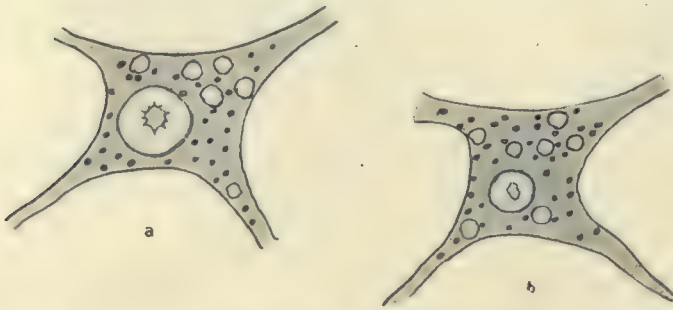


Fig. 58. — *a* et *b*. La même cellule mésenchymateuse ; le noyau rapetisse pendant l'observation. Larve âgée de trois jours de *Paracentrotus*. Matériel vivant.

granules sont petits, jaunâtres, du type connu qui représente un produit de la transformation des substances nutritives par le noyau du mésenchyme. Cette larve, âgée de trois jours, n'avait pas encore commencé de se nourrir. On voit que les substances de réserve provenant de l'œuf sont transformées probablement en mêmes produits que la nourriture résorbée du dehors.

Les vacuoles nutritives transportées dans le mésenchyme sont attaquées par les noyaux. On voit ce phénomène dans la figure 59. Le noyau, dans l'intérieur duquel on voit faiblement des granules jaunâtres, s'est allongé vers la vacuole. Après quelque temps le noyau s'est arrondi de nouveau. On voit, en général, des changements aux vacuoles ; les granules périphériques s'agglutinent en des masses plus grandes qui peuvent se détacher enfin des vacuoles ; mais les granules sont résorbés, tôt ou tard, par les noyaux.

Dans la figure 60 *a*, *b*, on voit un noyau assez petit ; dans l'intérieur de celui-ci, on ne pouvait pas distinguer de granules. Par contre, dans le plasma, il y en a une quantité assez grande. Il se trouvait ici, en outre, un corpuscule nutritif de couleur brunâtre, comme on le voit quelquefois. Ce sont peut-être des vacuoles nutritives en quelque sorte altérées. On pouvait observer que le noyau s'est rapproché du corpuscule ; cet effet s'est produit tant par des courants plasmatiques que par une migration active du noyau. Le corpuscule s'est dissous en partie sous l'influence du noyau ; celui-ci grandit en même temps. Dans la figure 61, nous avons représenté un autre noyau mésenchymateux : celui-ci est plus grand que ceux de la figure précédente ; il enferme une quantité de granules ; en outre, on voit dans l'intérieur un corps étoilé réfractant davantage la lumière que les autres parties du noyau. On comprend que les noyaux de la figure 60 d'un côté et le noyau de la figure 61 de l'autre représentent les pôles d'une série de transformations du noyau.

la figure *b*. Le noyau est plus petit ; le corps central semble plus arrondi. On ne peut pas découvrir une formation de vacuoles à la suite de la contraction. Nous avons déjà observé la même chose chez *Echinus* (p. 74). Il y a peut-être dans ces cas une émission des substances dissoutes qui se mêlent au plasma.

Dans le plasma, on voit des granules et des vacuoles : celles-ci avaient la périphérie libre de granules ; les



Fig. 59. — Cellule mésenchymateuse d'une larve de *Paracentrotus*. Le noyau s'appose vers une particule nutritive. Matériel vivant.

Nous avons alimenté les larves quelquefois avec des particules de jaune d'œuf. On pouvait très bien distinguer les particules avalées; nous avons pu, par suite, suivre les particules dans le matériel vivant. Il s'est montré alors qu'elles sont transformées en partie dans les cellules de l'intestin moyen; mais, dans plusieurs cas, elles passent inaltérées dans le mésenchyme. Il était intéressant d'observer les rapports entre les particules du jaune d'œuf et les noyaux mésenchymateux.

Dans la figure 62 *a*, *n* représente le noyau, assez petit; dans l'intérieur de celui-ci, on ne pouvait pas découvrir de structure sur le matériel vivant. En *g*, il y a un granule qui se révèle par sa couleur et par sa forme compacte comme une particule de jaune d'œuf. En outre, il y a dans la cellule des vacuoles qui ne joueront aucun rôle dans notre description. Dans la figure *b*, on voit que le noyau *n* s'est allongé et s'est apposé ainsi au granule *g*. Le noyau agrandit au fur et à mesure que le granule prend la forme de croissant. On observe cet état de choses en regardant la figure *c*. Enfin le noyau *n* quitte le granule; on le voit dans la figure *d*. Cependant, des structures ont commencé à se prononcer dans l'intérieur du noyau.

Il résulte des observations décrites que les particules du jaune d'œuf peuvent être résorbées par les noyaux mésenchymateux sans aucune transformation préalable par les cellules de l'intestin moyen.

Mais nous avons, dans ce qui précède, étudié seulement la phase d'agrandissement et de résorption du noyau. Il est évident que les produits de la transformation doivent s'évader, en quelque sorte, du noyau. Il a été constaté pourtant que le noyau rapetisse quelquefois; alors des substances en solution sont probablement émises dans le plasma, nous l'avons déjà supposé. Mais, dans le noyau agrandi, des granules se sont formés. Ces granules sont identiques aux granules jaunâtres trouvés dans le plasma. Ils doivent sortir

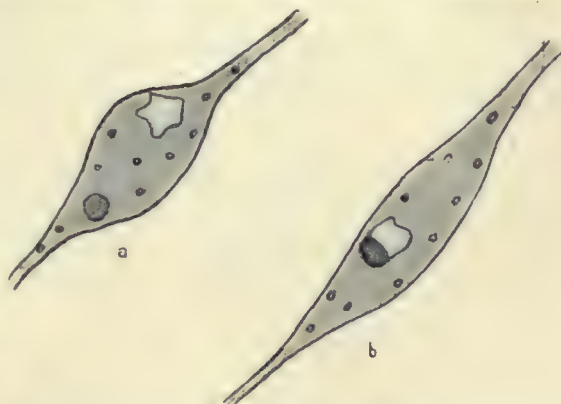


Fig. 60. — *a, b*. La migration du noyau dans une cellule mésenchymateuse de *Paracentrotus*. Matériel vivant.



Fig. 61. — Une cellule mésenchymateuse d'une larve de *Paracentrotus*. Noyau à granules. Matériel vivant.

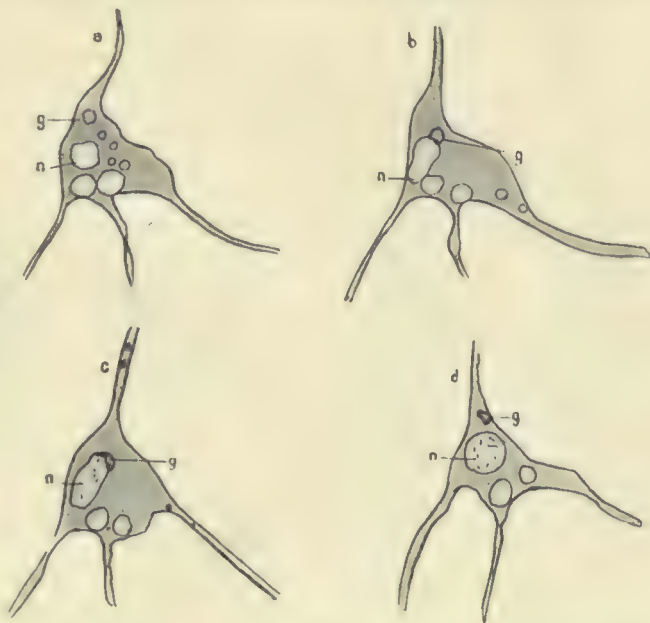


Fig. 62. — *a, b, c, d*, démontrent la migration et la transformation du noyau dans une cellule mésenchymateuse de *Paracentrotus*. Matériel vivant.

de quelque manière du noyau. Les observations suivantes vont porter sur cette question.

La figure 63 *a* nous donne une cellule mésenchymateuse à grand noyau granuleux. Soudainement, le noyau disparaît; d'abord on voit une partie du plasma plus hyalin; cette partie, de contours irréguliers et peu distincts, est limitée par un plasma plus dense. On voit ce stade dans la figure 63 *b*. Pendant quelque temps (environ une demi-minute),



Fig. 63. — *a, b, c*. La migration et la transformation du noyau d'une cellule mésenchymateuse d'une larve de *Paracentrotus*. Matériel vivant.

des courants plasmatiques assez vifs se produisent; par ceux-ci, le plasma devient de nouveau homogène; en même temps, le noyau se reconstitue. On ne voit plus de granules dans l'intérieur de celui-ci (voir la figure 63 *c*); le noyau s'accôle immédiatement à une vacuole qu'on a pu observer déjà dans la figure 63 *b*. Les granules du plasma sont, d'ailleurs, em-

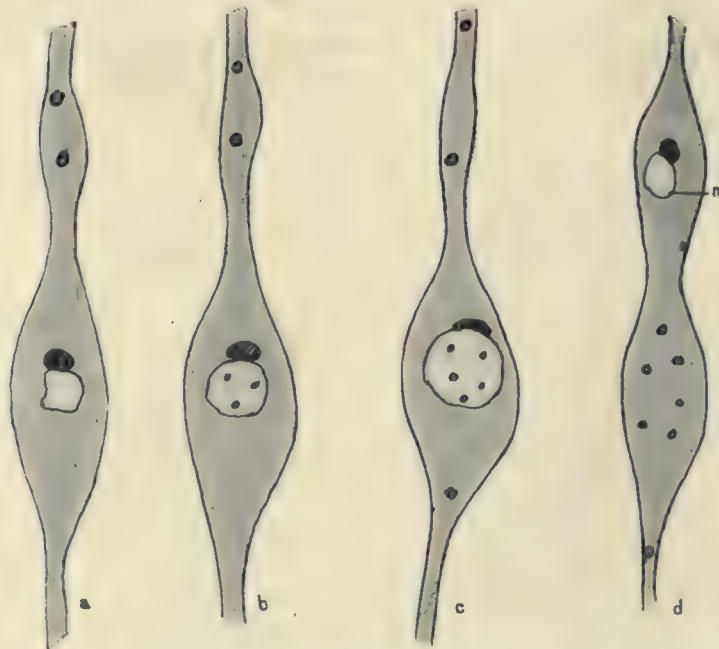


Fig. 64. — *a, b, c, d*. Migration et transformation du noyau d'une cellule mésenchymateuse d'une larve de *Paracentrotus*. Matériel vivant.

portés par des courants plasmatiques centrifuges. Nous avons donc également, dans ce cas, la « répulsion » observée dans le cas d'*Echinus* (voir p. 79).

La figure 64 nous donne un autre cas. La larve avait été alimentée par des particules de jaune d'œuf. Dans la figure *a*, le noyau petit est apposé à une de ces particules. Celle-ci rapetisse, tandis que la grandeur du noyau augmente (voir les figures *b* et *c*). En même temps les granules augmentent en nombre. Enfin, on voit disparaître le noyau; les granules deviennent libres. Peu après on aperçoit un noyau *n* très petit, sans structure visible sur le matériel vivant; celui-

ci s'accôle immédiatement à la particule de jaune d'œuf; la série recommence.

Il faut chercher assez longtemps pour trouver les phénomènes décrits ci-dessus. C'est bien naturel: les phénomènes de la disparition et de la reconstitution du noyau s'accomplissent au bout de moins d'une minute. Dans plusieurs cas, on ne peut pas se libérer du

soupçon d'une erreur d'observation. Les contours du noyau ne sont jamais très distincts; alors une « disparition » du noyau pourrait être un phénomène optique; ou bien le noyau, presque toujours en mouvement, pourrait se déplacer dans un plan hors de celui de la mise au point du microscope pendant le temps de l'observation. Mais les doutes en question sont éloignés par le nombre assez grand de nos observations; d'ailleurs, on voit très clairement l'expulsion des granules mis en toutes les directions comme lancés par un ressort; la réapparition du noyau est également très distincte.

Dans la figure 65 *a*, on voit dans la cellule un noyau grand, à contour très visible; dans l'intérieur du noyau, il y avait un grand nombre de granules; en outre, on y trouvait un corps arrondi réfractant plus fortement la lumière que les autres parties du noyau.

Dans la figure *b*, le noyau s'est agrandi davantage; en même temps la partie plus claire de l'intérieur du noyau est devenue plus grande. Tout d'un coup, la membrane nucléaire

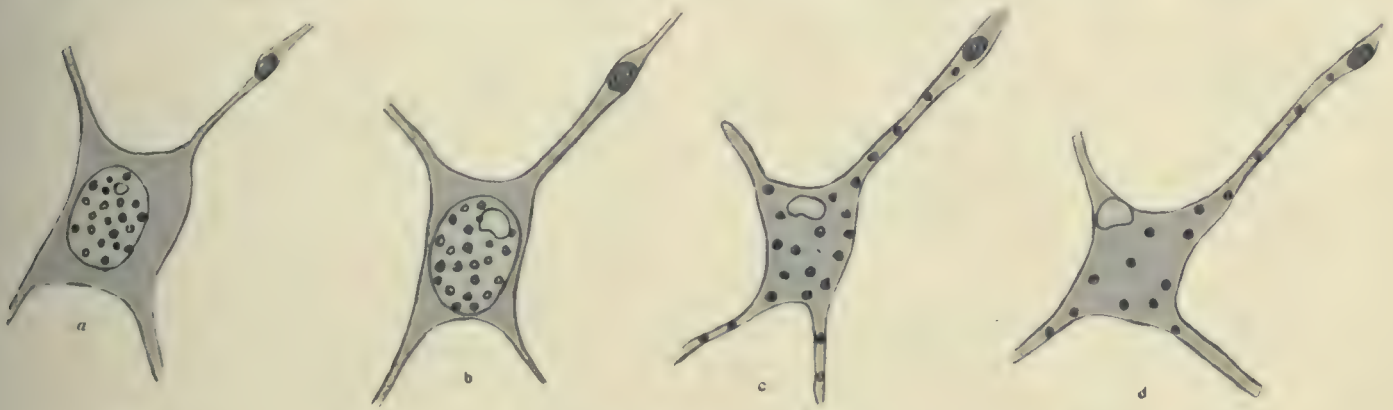


Fig. 65. — *a, b, c, d*. Migration et transformation du noyau d'un noyau mésenchymateux de *Paracentrotus*.
Matériel vivant.

disparaît. Les granules ont été expulsés dans le plasma; la partie claire de l'intérieur s'individualise en un petit noyau qui commence à se déplacer dans la cellule. On peut voir ces phénomènes dans la figure *c*. Dans la figure *d*, on voit les granules disparaître, amenés par les courants plasmatiques centrifuges. Le noyau est toujours clair, libre de granules.

Ce qu'il y a de différent dans le dernier cas par rapport à ceux décrits antérieurement, c'est la préformation, dans l'intérieur, d'un noyau plus petit. Mais ce n'est pas là une différence de grande portée. La partie claire de notre dernier cas n'est que le caryosome étoilé de la figure 61. Mais, dans le cas de la figure 65, certaines substances nucléaires se concentrent dans le caryosome qui se limite vers le reste du noyau. Dans les cas antérieurs (voir les fig. 63 et 64), la concentration ne s'est faite évidemment qu'après la disparition de la membrane.

Ce que nous avons trouvé pour les noyaux mésenchymateux de *Paracentrotus* rappelle beaucoup les phénomènes qui s'accomplissent dans l'intestin postérieur chez l'*Echinus* ainsi que chez *Paracentrotus*. On voit, en outre, la distinction prononcée entre la phase d'agrandissement et de résorption et la phase de rapetissement et d'émission; c'est là un caractère très significatif de *Paracentrotus*, qui le distingue d'*Echinus*; chez cette espèce,

nous avons observé la forme étoilée avec une résorption et une émission combinées dans les noyaux mésenchymateux.

Il semble pourtant que les noyaux mésenchymateux de *Paracentrotus* ne se rapetissent uniquement selon le procédé que nous venons de décrire. Nous avons vu que les noyaux mésenchymateux d'*Echinus* émettent des bourgeons; nous l'avons observé dans un cas apparemment analogue chez *Paracentrotus*; la figure 66 représente ce cas. On voit d'abord (fig. *a*) un noyau arrondi; dans l'intérieur, il y a un caryosome étoilé duquel on a pu voir sortir des filaments. Tout près du noyau, on observe une vacuole assez grande et qui n'est pas homogène: autour d'une partie plus liquide, il y a une partie plus dense. Dans la figure *b*, on voit que le noyau est devenu plus petit; une partie proéminente donne naissance à un bourgeon qui se détache (fig. *c*). Il se forme encore un bourgeon

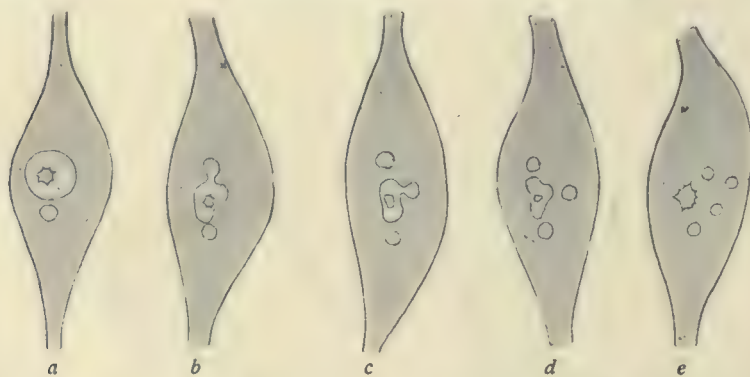


Fig. 66. — *a, b, c, d, e*. Bourgeonnement successif d'un noyau mésenchymateux de *Paracentrotus*. Matériel vivant.

qu'on voit détaché dans la figure *d*. Cependant les structures nucléaires visibles dans le vivant ont diminué en quantité. Les bourgeons semblent enfermer certaines parties plus denses, comme il a déjà été remarqué pour la vacuole de la figure *a*.

Dans la figure *e*, on ne voit plus de structures dans le noyau original; celui-ci présente une

forme irrégulièrement étoilée — un cas exceptionnel chez *Paracentrotus*. Encore un bourgeon s'est formé. Nous n'avons pu continuer l'observation assez longtemps pour déterminer le sort ultérieur des bourgeons formés. Certaines circonstances nous ont fait soupçonner pourtant qu'il s'agit, dans le cas décrit, d'une *multiplication* du noyau par bourgeonnement: 1^o le phénomène décrit s'observe très rarement; cela ne serait pas le cas à un degré si haut pour un phénomène faisant partie de la transformation physiologique régulière du noyau; 2^o les bourgeons se distinguent des vacuoles ordinaires du mésenchyme en enfermant des substances plus denses; 3^o les noyaux ont régulièrement une grande faculté de reconstitution; cela fait croire à la possibilité d'une multiplication par bourgeonnement. En effet, une multiplication énorme se produit dans le mésenchyme; pourtant nous n'y avons jamais pu constater des cinèses dans le matériel fixé des stades de pluteus; mais le phénomène du bourgeonnement y a été retrouvé, nous le verrons dans la suite.

Nous allons regarder maintenant la différenciation des cellules mésenchymateuses. Dans ce but, nous étudions d'abord la figure 67. La partie de cette figure, située en arrière des cellules *e, e'*, représente du mésenchyme, l'autre partie représente de l'ectoderme. On peut observer ici les communications très larges *c* entre les cellules mésenchymateuses et les cellules ectodermiques. Les premières présentent des différences prononcées entre elles en ce qui concerne les noyaux.

Le noyau de la cellule *m* est relativement petit; on voit dans l'intérieur des granules et près du centre un nucléole; tout autour du noyau on voit des vacuoles nutritives avec leurs granules périphériques. On observe sur la figure encore quatre noyaux *m'* entourés de vacuoles. Dans l'intérieur de ces noyaux, tous un peu plus grands que le noyau *m*, on voit des granules et le nucléole; celui-ci est d'un autre caractère que le corps étoilé par exemple du noyau de la figure 61. Le nucléole de notre dernier cas est moins diaphane et d'une couleur faiblement jaunâtre. Nous n'en avons pu distinguer les changements de forme; il en était autrement avec les caryosomes étoilés qui changent souvent de forme.

Le noyau *m*² est de beaucoup plus grand que les noyaux de type *m* ou *m'*. Le nucléole a grandi également d'une manière considérable. En outre, on observe qu'il n'y a plus de granules dans l'intérieur du noyau; autour du noyau, on n'observe pas non plus les vacuoles nutritives; celles-ci ont disparu, évidemment, sous l'influence du noyau. Pour cela, il y a dans le plasma tout autour du noyau un nombre très grand des granules d'un éclat jaunâtre. Ce sont les granules qu'on retrouve dans les cellules ectodermiques. Ces granules dérivent évidemment du noyau débarrassé des enclaves observées dans les cellules du type *m* et *m'*. Il reste pourtant problématique de préciser par quel mécanisme les granules sont expulsés dans ce cas. Si l'élimination des granules s'effectuait d'après les procédés décrits ci-dessus, on devrait voir également des noyaux très petits. Ce n'est pas le cas. Il se peut que la membrane nucléaire disparaisse pour un moment; les granules sont expulsés par des courants centrifuges; mais la membrane se forme immédiatement de nouveau sans qu'il y ait un rapetissement du noyau; il n'y aurait ainsi qu'une légère modification du schéma émis ci-dessus. Il découle d'une manière irréfutable des observations qu'il y a vraiment une expulsion des granules. Notre explication du mécanisme de ce phénomène est alors très probable.

Les cellules de notre figure sont situées dans la partie postérieure de la larve. Il s'est

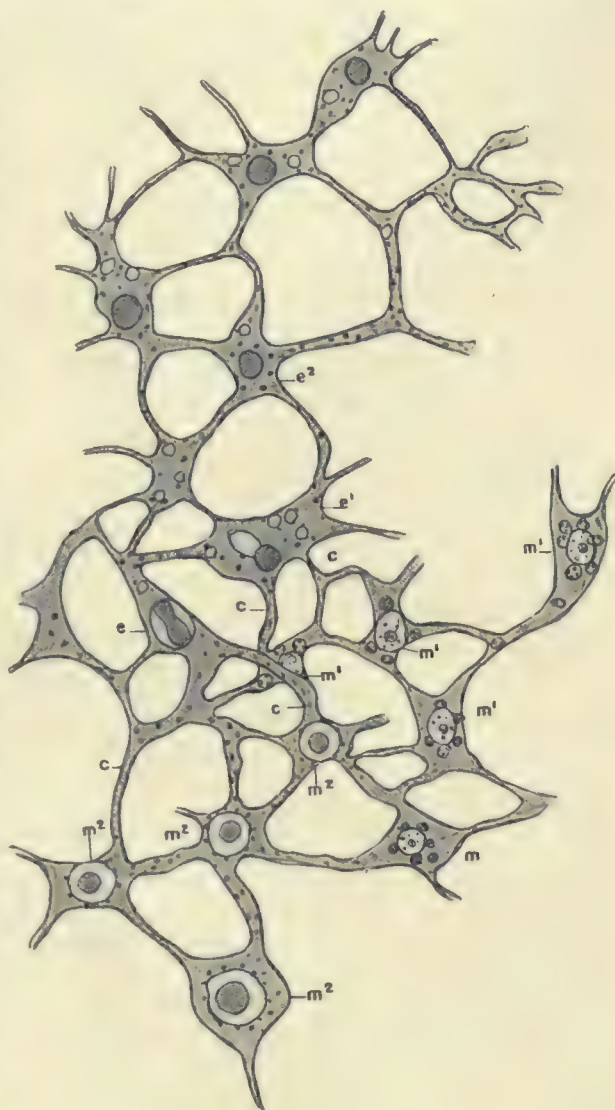


Fig. 67. — Des cellules mésenchymateuses et ectodermiques de la partie postérieure d'une larve de *Paracentrotus*. Matériel vivant.

montré au cours de nos observations qu'il se rassemble toujours dans cette partie un grand nombre de cellules mésenchymateuses ; cet état de choses persiste aussi longtemps qu'a lieu une croissance de la partie postérieure de la larve. En même temps que commence la formation du rudiment échinien, une réduction se réalise de la partie postérieure de la larve. Alors, il y a plutôt une émigration des cellules mésenchymateuses de la partie postérieure. Nous sommes là sur le problème de la différenciation ; les cellules émigrent pendant la première période vers la partie postérieure, attirées peut-être par une sorte de chémo-tactisme. Arrivés dans cette partie, les noyaux sont transformés en une certaine direction ; nous avons sûrement ici l'influence des facteurs de la corrélation. Nous allons revenir sur ces phénomènes.

Dans les bras, on découvre un nombre des cellules mésenchymateuses non squ letto-gènes. Celles-ci sont en communication plasmatique avec les cellules ectodermiques, nous

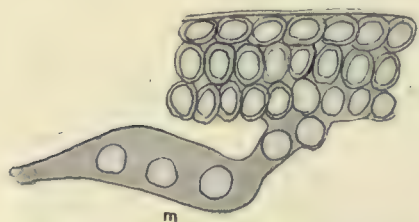


Fig. 68. — Syncytium mésenchymateux en communication avec des cellules de la bande ciliaire. *Paracentrotus*. Matériel vivant.

l'avons déjà mentionné et figuré (p. 69, fig. 41). Les cellules mésenchymateuses sont, en outre, en communication entre elles ; parfois, plusieurs noyaux se trouvent tout près l'un de l'autre ; alors le caractère syncytial saute aux yeux encore davantage que d'ordinaire. Nous avons représenté un cas d'après le vivant dans la figure 68. On voit trois noyaux dans une masse plasmatique commune, *m*. Cette masse est en communication avec les cellules de la bande ciliaire. On voit très souvent des syncytiums semblables dans l'extrémité distale des

bras. Il n'y a jamais de vacuoles nutritives dans les syncytiums en question. C'est là un état de choses semblable à celui trouvé dans la partie postérieure de la larve. Les substances des vacuoles se mêlent probablement au plasma ; pourtant on trouve également les petits granules connus, d'un éclat jaunâtre. Les noyaux sont moins faciles à étudier que dans le cas de la partie postérieure de la larve. Pourtant, il saute aux yeux que les noyaux des syncytiums sont d'une grandeur très constante et presque identique à celle des noyaux de la bande ciliaire. D'ailleurs, on ne voit pas de granules jaunâtres dans l'intérieur du noyau. Ici, on ne peut pénétrer dans la constitution du noyau que par l'étude du matériel fixé.

La figure 69 nous présente la pointe d'un bras ventral d'un stade assez avancé du développement. L'objet avait été fixé par le liquide de BOUIN ; coloration par l'hématéine F et l'orange G. Nous avons dessiné seulement les noyaux. Périphériquement se trouvent les noyaux de la bande ciliaire, les noyaux *sq* appartiennent aux cellules squelettogènes. On voit tout de suite que ces noyaux sont organisés d'une manière presque identique à celle des noyaux de la bande ciliaire ; également, la grandeur est à peu près la même. Dans le milieu de ces noyaux on voit un nucléole grand, arrondi et qui est acidophile par rapport aux combinaisons de colorants employés. Le nucléole est entouré par une bande équatoriale de caryosomes très distincts et fortement basophiles.

En général, les noyaux de la bande ciliaire absorbent les colorants d'une manière plus intense que les noyaux du mésenchyme. Par suite, les premiers paraissent souvent presque

homogénéiquement colorés, tandis que les noyaux des cellules squelettogènes sont bien différenciés. Le nucléole des derniers noyaux se colore quelquefois aussi faiblement qu'on le prendrait plutôt pour une vacuole.

Les noyaux *a*, *b*, *c*, *d*, *e* de la figure présentent un caractère quelque peu aberrant : ils sont tous plus grands que les autres noyaux. Entre eux, ils sont un peu différents ; ils font partie, probablement, d'une série de transformations. Dans le noyau *a*, il n'y a pas encore de nucléole distinct ; la substance acidophile est arrangée le long des filaments. Dans le noyau *b*, on voit déjà un nucléole ; de celui-ci, on voit sortir des filaments. Le noyau *d* ressemble beaucoup au noyau *b* ; les caryosomes ne sont pas arrangés encore équatorialement, ce qui est déjà le cas dans le noyau *c* ; celui-ci, ainsi que le noyau *e*, n'ont qu'à rapetisser pour avoir tout à fait le caractère d'un noyau d'une cellule squelettogène, ou celui d'un noyau de la bande ciliaire.

Des observations précédentes il faut conclure que les cellules mésenchymateuses non squelettogènes se différencient d'une manière spécifique en émigrant dans les bras. Il est probable, d'après nos observations que les cellules nutritives peuvent se transformer en des cellules squelettogènes.

Une question se pose : est-ce que la structure constatée chez les noyaux des cellules squelettogènes est nécessaire à l'activité de ces cellules ? Nous avons examiné dans ce but la première étape de la formation de l'arc dorsal. Les résultats sont indiqués sur la figure 70. La préparation avait été traitée par le liquide fixateur de BOUIN ; coloration par l'hématéine F et l'orange G ; il s'est conservé un contour faible de la partie squelettique *sq* ; ce contour correspond probablement à la substance organique entourant les parties calcaires dissoutes par le fixateur. Le noyau *a* ressemble beaucoup au type ; seulement les caryosomes sont plus petits que nous ne l'avons vu dans la figure précédente. Dans le noyau *b*, le nucléole est assez indistinct. Dans le noyau *c*, les substances sont évidemment en train de se ramasser dans le centre. Le nucléole n'est pas organisé encore de la même manière typique. Les caryosomes semblent émigrer vers le nucléole. Enfin, le noyau *d* ne montre aucune trace de l'organisation typique des noyaux des cellules squelettogènes. On voit des granules basophiles distribués sur des filaments. Près d'une conglutination basophile on remarque une vacuole. C'est plutôt un noyau typique des cellules nutritives.

Il n'est pas douteux que les noyaux figurés (à l'exception de *d*) appartiennent

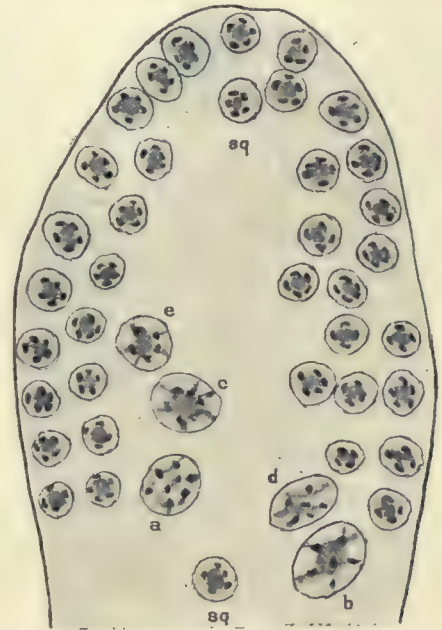


Fig. 69. — Des noyaux d'un bout d'un bras ventral d'une larve de *Paracentrotus*. Matériel fixé.

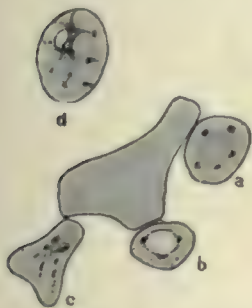


Fig. 70. — Des noyaux mésenchymateux groupés autour de l'ébauche de l'arc dorsal. *Paracentrotus*. Matériel fixé.

aux cellules formant le squelette. Il semble alors que la structure typique du noyau se produise *par suite* de l'activité du noyau et n'en est pas une condition.

On se demande alors : quelle est la nature de la différenciation des cellules nutritives en cellules squelettogènes ? D'abord nous avons observé que la nutrition des deux sortes de cellules est différente. Les cellules squelettogènes n'enferment jamais de vacuoles nutritives à granules. On y voit des vacuoles colorées par le « neutralrot » d'un ton assez clair ; ces vacuoles sont de même nature que celles enfermées dans les cellules de la bande ciliaire, nous l'avons déjà mentionné. Les vacuoles en question sont formées probablement des substances dissoutes qui se séparent du plasma. En quelques cas, il y a lieu peut-être également un à transport direct des vacuoles du mésenchyme nutritif. Un transport des vacuoles à granules ou de granules non digérés dans les cellules squelettogènes abolit leur activité squelettogène, nous le verrons dans la suite. Nous avons essayé dans la communication 1912 *b* de mettre cette particularité en rapport à une concentration différente de H-ions dans les deux sortes de cellules : les cellules nutritives en ont une concentration plus haute. Cette différence est provoquée par les particules nutritives ; elle contribue peut-être en quelque sorte à la digestion des particules. Nous avons vu dans ce qui précède que les vacuoles nutritives changent leur réaction vers le « neutralrot » en entrant dans le mésenchyme. Dans les cellules de l'intestin moyen, il règne une réaction plus alcaline que dans le mésenchyme nutritif ; il est possible que certains ferments ne peuvent agir qu'à une certaine concentration de H-ions, réalisée dans le mésenchyme nutritif. Nous allons revenir sur ces questions ; qu'il soit fixé seulement ici qu'une condition de la différenciation des cellules squelettogènes réside dans une manière particulière de la nutrition de celles-ci. Mais, est-ce que cela suffit pour faire une cellule squelettogène d'une cellule nutritive ? Nous verrons dans la suite qu'il n'en est pas ainsi. Il doit s'ajouter encore des facteurs de la corrélation. Dans la larve normale, le matériel squelettique est déposé en des endroits déterminés par leur rapport avec l'organisation générale de la larve. Il faut alors que les cellules soient déplacées vers certaines parties de la larve. Dans la blastula, la première portion des cellules mésenchymateuses devient, pour la plus grande partie, squelettogène. DRIESCH (1896) a démontré que ces cellules arrivent à leur destination, même si on les disperse préalablement, par agitation, dans la cavité de la blastula. Cette expérience met en évidence le fait que les cellules sont guidées, en émigrant, par certains stimulants localisés dans certaines parties de la larve. Pour les problèmes dont nous nous occupons, la formation de l'arc dorsal présente un intérêt plus grand que la formation des deux premières ébauches du squelette ; dans ce cas il n'y a pas lieu de différenciation des cellules nutritives comme dans le cas de la formation de l'arc dorsal. En outre, il faut remarquer qu'il y a une néoformation continuelle des cellules squelettogènes au cours du développement. Nos observations indiquent que cette néoformation se fait en partie par une migration et une apposition au squelette des cellules non squelettogènes.

Dans la communication 1912 *b*, nous avons émis une hypothèse sur la nature du « stimulant » qui attire les cellules dans les endroits de la déposition du matériel squelettique ; nous avons supposé que les cellules ectodermiques auxquelles s'apposent les cellules mésen-

chymateuses possèdent une perméabilité spéciale pour les sels contenus dans l'eau de mer qui forment le squelette. Les cellules mésenchymateuses émettent leurs tractus vers les cellules qui présentent la perméabilité. Les sels sont transportés ensuite dans le syncytium des endroits de la perméabilité. Mais le facteur que nous avons supposé ne suffit pas à expliquer la localisation du dépôt squelettique. Les cellules squelettogènes sont en communication plasmatique avec des cellules qui ne forment pas pourtant de matériel squelettique. Des facteurs encore plus compliqués de la corrélation localisent le phénomène de manière à former le squelette typique de la larve. Les idées émises amènent d'autres problèmes sur lesquels nous ne pouvons pas entrer trop en détail. On se demande pourtant, si la région perméable aux sels squelettiques s'étend au cours du développement, ou bien si elle reste toujours limitée à la partie de l'ectoderme, qui présente originairement la qualité de la perméabilité. Cette question est très difficile à trancher définitivement ; pourtant, on peut observer, dans les stades près de la métamorphose, des communications plasmatiques très riches avec la région de l'ectoderme située au-dessus du point de départ de la formation du squelette ; de même, des centres de la formation du squelette définitif sont liés aux parties mentionnées de l'ectoderme par de nombreux tractus. Maintenant il est à observer que les cellules squelettogènes sont en communication avec des cellules ectodermiques tout le long du parcours des baguettes squelettiques. Ces communications sont pourtant moins riches. Des expériences qui ne seront pas décrites dans ce mémoire favorisent, en outre, l'idée de la limitation de la partie perméable.

En résumé, on peut dire que les cellules mésenchymateuses non squelettogènes peuvent se transformer en des cellules squelettogènes sous certaines conditions nutritives ; en outre, la communication avec des cellules perméables pour les sels squelettiques est nécessaire ; enfin le procédé du dépôt des matières squelettiques est réglé par certains facteurs plus compliqués de la corrélation.

Quant aux noyaux des cellules mésenchymateuses nutritives, leur structure typique se voit dans la figure 121, les noyaux *a*, *b* et *c*. On y retrouve la structure étoilée plus ou moins centrale qui s'observe également dans le matériel vivant. La formation en question absorbe des colorants basophiles. A côté du caryosome étoilé, on peut voir quelquefois les contours faibles d'une vacuole, le noyau *b*. Sur les filaments qui continuent les processus du caryosome, on voit des granules basophiles par rapport à l'hématéine. Les derniers granules ne sont pas colorés par le carmin à picrate de magnésie. Les granules en question correspondent sans doute aux granules réfringents qui se voient nettement dans l'intérieur du noyau vivant. La quantité de ces granules varie beaucoup, suivant l'état physiologique du noyau.

A la transformation des cellules nutritives en cellules squelettogènes, des substances basophiles se transforment probablement en des substances acidophiles du nucléole. Nous avons déjà suivi les dernières étapes de ces phénomènes dans la figure 69.

Nous avons cherché dans nos préparations des noyaux sans membranes ; ceux-ci se trouveraient dans le stade d'expulsion de granules ; ces recherches n'ont pas donné de grands résultats. Il n'y a pas lieu de s'en étonner, vu la courte durée du phénomène que

nous avons décrit plus haut. En outre, il nous paraît probable que les noyaux, qui n'ont pas, dans la réalité, de membrane, donnent dans les préparations l'impression d'en avoir. Les substances du noyau et du plasma ne se mêlent pas complètement sous l'effet de la disparition de la membrane. A la suite de la fixation, des rétractions et des précipitations se produisent qui peuvent provoquer une formation artificielle d'une membrane.

La meilleure méthode de démontrer le phénomène de l'expulsion des granules doit être la fixation des objets par l'acide osmique à 1 p. 100, suivie d'une coloration par la safranine. Cette méthode n'est pas généralement bonne pour les détails cytologiques du noyau; le plasma, au contraire, se voit mieux qu'avec d'autres méthodes. Les noyaux paraissent homogènes, colorés par la safranine. Les noyaux qui sont en train d'émettre les granules se comportent autrement. Ils se présentent sous une forme irrégulière qui ne présente aucune limitation distincte vers le plasma. Ils ne présentent aucune coloration, mais sont plus hyalins que le plasma. Tout autour, on trouve les granules gonflés, colorés fortement par la safranine.

Nous avons déjà mentionné plus haut que les noyaux mésenchymateux de la partie postérieure de la larve émettent des granules sans qu'un rapetissement du noyau se produise. La figure 71 nous peut fournir peut-être quelques renseignements sur le mécanisme actif à cet effet. Le noyau *a* de la figure n'a pas été trouvé toutefois dans la partie postérieure de la larve. Il appartient à une partie située près de la base du bras ventral. Les trois autres noyaux de la figure appartiennent à la bande ciliaire. Nous avons déjà indiqué plus haut (p. 92) que des changements se produisent dans les bras, analogues à ceux constatés dans la partie postérieure de la larve. Dans les deux endroits, il y a eu formation d'un nucléole dans les cellules mésenchymateuses. Sur d'autres analogies, nous allons revenir un peu plus loin.

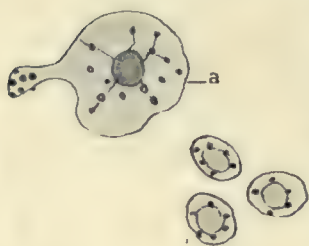


Fig. 71. — Un noyau mésenchymateux *a*; trois noyaux de la bande ciliaire d'une larve de *Paracentrotus*. Matériel fixé.

L'objet de notre dernière figure avait été fixé dans le sublimé acétique; ensuite coloré par le mélange de BIONDI. Un nucléole acidophile se trouve dans le milieu du noyau; sur les filaments on trouve répandus des granules basophiles. Le noyau émet un pseudopode large; dans celui-ci, se trouve un nombre assez grand de granules également basophiles. Les derniers se collent tout à fait vers la membrane. Quelques-uns se trouvent déjà dans le plasma; d'autres sont encore intranucléaires. Il est probable qu'une disparition et une reformation de la membrane se produisent ici dans le vivant. Nous avons été moins heureux dans nos recherches pour retrouver le même procédé dans la partie postérieure de la larve. Selon toute probabilité, les phénomènes d'expulsion ne s'y produisent pas autrement. On se rappelle les grands noyaux *m*² de la figure 67. Les granules s'y retrouvent tout près de la membrane.

Nous avons pu étudier la différenciation des cellules mésenchymateuses dans la partie postérieure de la larve d'une manière assez pénétrante déjà au matériel vivant. La figure 72 nous représente des cellules de la partie postérieure d'une larve fixée dans le sublimé acétique, colorée ensuite dans le mélange du bleu de méthylène et de l'éosine.

Les noyaux mésenchymateux sont plus grands que dans les autres parties de la larve. On voit la formation d'un nucléole, comme nous l'avons déjà étudié sur le vivant (figure 67). Dans le noyau *a*, il n'y a pas encore de nucléole ; il y a des caryosomes basophiles répandus sur les filaments. Un caryosome est plus grand, que les autres. Dans le noyau *b*, il y a déjà un nucléole dans le centre du noyau. Dans le noyau *c* enfin, le nucléole est devenu plus grand. Autour de celui-ci il s'est condensé des caryosomes relativement grands. La différenciation ressemble beaucoup à celle que nous avons étudiée dans la figure 69 pour les cellules mésenchymateuses des pointes des bras. Seulement, dans notre dernier cas, le noyau reste plus grand ; il y a un espace plus étendu autour du nucléole. On observe en outre, dans la figure décrite dernièrement, le caractère de syncytium du mésenchyme ; trois noyaux se trouvent dans chacune des trois « cellules » très étendues en longueur ; ces cellules sont en communication dans leur partie proximale ; dans l'extrémité opposée, elles sont en large communication avec l'ectoderme. Quant à la multiplication des noyaux du mésenchyme nutritif, elle se réalise évidemment par un bourgeonnement. Des stades de division s'observent assez rarement dans les préparations.



Fig. 72. — La partie postérieure d'une larve de *Paracentrotus*. Matériel fixé.



Fig. 73. — Fragmentation d'un noyau mésenchymateux d'une larve de *Paracentrotus*. Matériel fixé.

La figure 66, faite d'après le vivant, nous a démontré un phénomène qui représente, selon toute probabilité, le bourgeonnement d'un noyau. Le procédé en question s'est réalisé avec une grande rapidité ; par suite, il est bien naturel que les stades de multiplication du noyau soient assez rares dans les préparations.

La figure 73 nous présente un cas de bourgeonnement. L'objet avait été fixé dans le liquide de Bouin et coloré par le carmin à picrate de magnésie. La larve avait à peu près vingt-cinq jours. Le noyau se trouvait dans le centre squelettogène formant la plaque calcaire de la partie postérieure de la larve. Les cellules mésenchymateuses résorbent ici les matières nutritives, déposées dans l'ectoderme. Les cellules alimentées de cette façon se multiplient assez vivement.

Des stades de bourgeonnement chez les noyaux des cellules mésenchymateuses se retrouvent également assez souvent dans les agglutinations de ces cellules qui se produisent dans les stades plus avancés du développement des deux côtés de l'intestin moyen. Nous allons revenir sur la multiplication des noyaux mésenchymateux dans la partie expérimentale.

RÉSUMÉ DES ÉTUDES SUR LES CELLULES MÉSENCHYMATEUSES DE « PARACENTROTUS ». — Chez *Paracentrotus*, il y a chez les noyaux du mésenchyme une phase d'assimilation et d'agrandissement ; le noyau étant arrivé à une certaine grandeur maximum, la membrane nucléaire disparaît ; les substances transformées sont émises dans le plasma. Un petit noyau se reconstitue immédiatement ou s'est constitué peut-être en plusieurs cas déjà dans l'intérieur du noyau original. Le mésenchyme nutritif peut se différencier en le mésenchyme squelettogène. Une discussion des conditions de la transformation d'une cellule nutritive en une cellule squelettogène. Une hypothèse sur la nature du stimulant dirigeant les cellules mésenchymateuses devenant squelettogènes. La multiplication des noyaux du mésenchyme se fait par un bourgeonnement.

APPENDICE. — Le rôle des cellules mésenchymateuses dans la métamorphose.

METSCHNIKOFF (1883) a donné une description de l'activité phagocytaire qu'accomplissent les cellules mésenchymateuses à la métamorphose. Les cellules ectodermiques sont attaquées par les cellules mésenchymateuses ; les granules se transportent de l'ectoderme dans le mésenchyme. Nous comprenons que c'est là seulement une réversion des phénomènes qui se réalisent normalement. Les granules déposés dans l'ectoderme dérivent en partie du mésenchyme. Les cellules mésenchymateuses émettent des filaments très longs, on le voit dans notre figure 74. Les cellules figurées sont évidemment des cellules squelettogènes ; le squelette se dissout au fur et à mesure que les cellules squelettogènes deviennent phagocytaires. Il est assez curieux de voir que les granules sont digérés dans le mésenchyme ; ils sont ici liquéfiés et transformés en vacuoles. Il en résulte des cellules de l'aspect que présente la figure 75. Les tractus sont rétractés de plus en plus ; le plasma est bourré de grandes vacuoles hyalines. Ces cellules se déplacent dans la cavité générale de la larve, en émettant des pseudopodes larges.



Fig. 74. — Des cellules mésenchymateuses d'une larve de *Paracentrotus* dans le stade de la métamorphose. Matériel vivant.

Les cellules décrites rappellent beaucoup les cellules de l'intestin moyen ; seulement elles ont le caractère des cellules migratrices ; elles émigrent dans les endroits de la croissance vive ; elles y donnent le matériel déposé sous la forme des vacuoles. Nous n'avons pas examiné en détail les structures nucléaires dans les cellules décrites. Il est très remarquable pourtant qu'il y ait des noyaux pleins. Nous nous rappelons que ce type était très répandu dans l'intestin moyen ; mais nous ne l'avons pas trouvé autrement dans le mésenchyme ; nos observations indiquent peut-être que les vacuoles mésenchymateuses du type de la figure 75

sont formées de la même manière que les vacuoles de l'intestin moyen de *Paracentrotus*.

Les auteurs mentionnent que les larves peuvent garder une certaine transparence à la métamorphose; en d'autres cas, elles deviennent opaques, non transparentes; dans ce cas, on ne peut pas voir les détails des structures intérieures sur le vivant (voir BURY, 1895). Le dernier cas est pathologique; la métamorphose peut s'accomplir, il est vrai; mais, probablement, les jeunes Oursins résultant de cette métamorphose succombent sous peu. La maladie réside justement dans le mécanisme décrit ci-dessus de la transformation des granules dans le mésenchyme. Ceux-ci ne sont pas liquéfiés en vacuoles comme normalement; on les voit charger les cellules migratrices; toutefois les granules se transforment en quelque sorte dans ces cellules; des dépôts de substances grasses se forment dans leur plasma; ces dépôts, qui ont la forme de particules ou de vacuoles colorées, ne dérivent pas pourtant uniquement des granules nutritifs; en outre, des changements pathologiques se produisent dans le plasma, amenant une séparation des substances albumineuses des substances grasses, combinées chimiquement dans la vie normale. Les cellules altérées de façon décrite dissolvent le squelette (également le squelette permanent) et ne peuvent pas former de tissus; elles ne se concentrent pas, comme les cellules de la figure 75, en une masse ramassée; leur plasma reste, au contraire, partagé en filaments minces, à peu près comme dans les cellules de la figure 74.

Les cellules du type dernièrement mentionné et représenté dans la figure 74 dissolvent le squelette. THÉEL (1894) a déjà supposé que ce phénomène se produit sous l'effet de la formation d'un acide. Nous avons essayé dans la communication 1912 *b* de mettre la formation de cet acide en rapport avec un état d'inanition des cellules résorbant le squelette. Nous allons revenir plus loin sur cette question. Toutefois, par la résorption du squelette accompagnée d'une résorption de la nourriture par phagocytose, l'équilibre dérangé est reconstitué dans la cellule; la concentration de H-ions se réduit. En même temps le plasma des cellules se concentre de plus en plus et nous avons enfin la forme représentée dans la figure 75. Nous avons déjà (1912 *b*) fait valoir qu'il y a un rapport entre la concentration de H-ions et la forme des cellules; nous voyons ici une confirmation de cette idée. Les cellules du type de la figure 75 ne dissolvent pas le squelette, mais peuvent, au contraire, fonctionner comme des cellules squelettogènes, en formant le squelette définitif.

La migration des cellules du type mentionné dernièrement joue un grand rôle pour la croissance des organes mésodermiques de la larve. Le vésicule préorale se transforme au cours du développement d'une manière radicale par une migration des éléments; le nombre des éléments constituant l'hydrocoele est augmenté par une immigration de cellules, nous l'avons mentionné déjà plus haut. Ces cas n'étant mentionnés que comme exemples, nous allons revenir sur ces phénomènes dans un autre travail.

RÉSUMÉ DES RÉSULTATS SUR LE RÔLE DU MÉSENCHYME A LA MÉTAMORPHOSE. — Une digestion des particules résorbées par la phagocytose se réalise dans les cellules mésenchymateuses; des vacuoles se forment par le processus mentionné. On trouve souvent des larves où la digestion

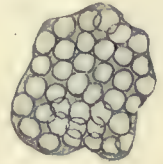


Fig. 75. — Une cellule mésenchymateuse ramassée d'une larve de *Paracentrotus* près de la métamorphose. Matériel vivant.

dans le mésenchyme est dérangée. Ce défaut amène un état pathologique général de la larve. Il y a un rapport entre la forme des cellules et la concentration de H-ions dans le plasma.

2° Les cellules pigmentaires.

Les cellules pigmentaires sont des cellules modifiées du mésenchyme. Elles commencent à se former au stade de la gastrula des cellules de la deuxième portion du mésenchyme.

JENKINSON (1911) a trouvé, par ces expériences, que des cellules pigmentaires se forment, bien qu'on éloigne toute la partie végétative de la blastula; dans ce cas, une formation de mésenchyme ne se réalise pas; les cellules pigmentaires doivent venir, par suite, de l'ectoderme.

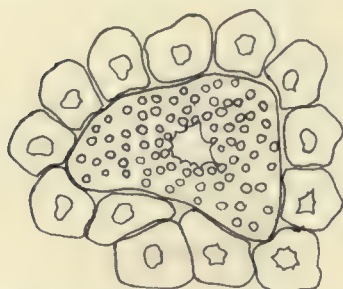


Fig. 76 — Des cellules ectodermiques d'une gastrula de *Paracentrotus*. Une cellule plus grande que les autres sera peut-être pigmentaire. Matériel vivant.

Nous avons posé la question de savoir si les cellules pigmentaires peuvent se former de l'ectoderme également dans les cas normaux.

Dans la figure 76 on voit une grande cellule entourée de cellules plus petites dans l'ectoderme de la partie animale d'une gastrula de *Paracentrotus*. Dans la grande cellule, une formation d'une sorte de vacuoles pigmentaires se réalise. Ces vacuoles sont pourtant d'une couleur moins foncée que d'ordinaire. Cet état de choses peut se retrouver également dans de futures cellules pigmentaires du mésenchyme. Évidemment, la grandeur particulière de la cellule en question est en rapport avec l'activité de la formation du pigment. Au cours de l'observation, une subdivision s'est réalisée pendant laquelle les granules se sont accumulés plus périphériquement dans la cellule; elles se sont ramassées également le long du sillon qui partage le plasma. Notre observation n'est aucunement concluante sur la question de savoir si les cellules ectodermiques peuvent se réorganiser, dans les conditions normales, en des cellules pigmentaires.

Dans tous les cas, il est évident que les cellules pigmentaires dérivent principalement du mésenchyme. Dans la suite, le nombre des cellules pigmentaires augmente très lentement; au stade de la formation de la troisième paire de bras, il entre en même temps un accroissement considérable de la larve et une formation intense de cellules pigmentaires. Le nombre des vacuoles pigmentaires enfermées dans une cellule est assez variable: dix, vingt, jusqu'à quarante ou quarante-cinq. Il n'existe pas de différences essentielles entre les cellules pigmentaires des deux espèces de larves examinées. C'est pourquoi nous n'allons pas séparer ici la description des résultats de l'une et de l'autre espèce.

Le pigment de la première portion des cellules pigmentaires se forme aux dépens des matières de réserve dérivant de l'œuf. Nous avons déjà étudié la figure 44 à quelques points de vue. Dans la cellule *p*, il y a deux noyaux. Dans le noyau *n*, on voit périphériquement deux vacuoles faiblement pigmentées. Dans la suite, ces deux vacuoles ont été expulsées dans le plasma; le noyau rapetisse en ce moment, et il prend une forme étoilée; on

le voit sur la figure *b* qui représente la même cellule. Les deux vacuoles expulsées sont évidemment de la même nature que les vacuoles pigmentaires; seulement leur couleur est moins foncée. La cellule *p* est, sans doute, en train de se transformer en une cellule pigmentaire. C'est le seul cas où nous avons observé directement une expulsion de vacuoles pigmentaires du noyau. Il n'y a pas de doute pourtant que le noyau ne joue un rôle direct à la formation du pigment. Dans les cellules pigmentaires, on trouve souvent dans les stades de gastrula ou de jeune pluteus deux ou plusieurs noyaux; ceux-ci peuvent être d'une grandeur et d'une forme très différentes. Dans la figure 77, on voit une cellule pigmentaire d'un pluteus d'*Echinus*, âgé de trois jours. On y voit

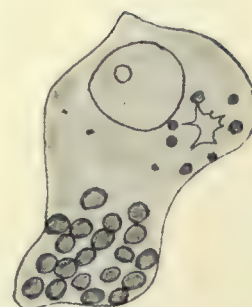


Fig. 77. — Une cellule pigmentaire d'une larve d'*Echinus*, âgée de trois jours. Matériel vivant.

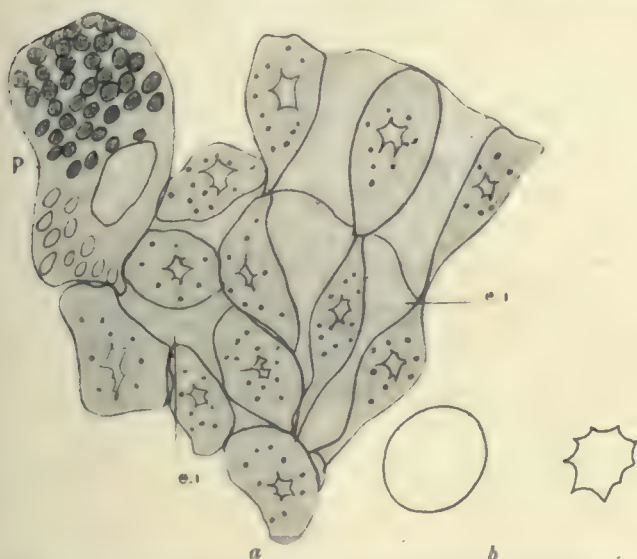


Fig. 78. — *a*. Une cellule pigmentaire *p*, émettant un pseudopode vers les espaces intercellulaires *ei*, de l'ectoderme. *b*. Les changements de forme du noyau de la cellule *p*. *Echinus*. Matériel vivant.

de cellules pigmentaires, entourés des vacuoles, d'une larve d'*Echinus* plus avancée dans le développement. Les noyaux sont d'une forme irrégulière; la membrane s'est étirée en pointes; celles-ci finissent presque partout par une vacuole pigmentaire.

On voit que les pointes sont parfois très obtuses, la vacuole étant réunie avec le noyau par une surface assez grande.

Nous revenons maintenant à la figure 77. Dans la cellule on voit, outre des vacuoles pigmentaires de la grandeur ordinaire, des vacuoles très petites contenant du pigment: celles-ci se trouvent autour du petit

deux noyaux; l'un, grand, de forme arrondie; l'autre, petit, de forme étoilée. Ces deux noyaux présentent évidemment deux états physiologiques différents. Dans la figure 78 *a* on voit une cellule pigmentaire *p*. Pendant l'observation, le noyau de cette cellule a subi des changements représentés dans la figure 78 *b*: le noyau, un peu allongé, s'arrondit d'abord et rapetisse ensuite en prenant la forme étoilée. Ces observations combinées démontrent que le noyau des cellules pigmentaires est très actif. Mais faut-il en conclure que les vacuoles pigmentaires sont toujours formées dans le noyau pour être expulsées ensuite dans le plasma? Nous allons regarder d'abord les figures 79 *a* et *b*. Elles représentent deux noyaux

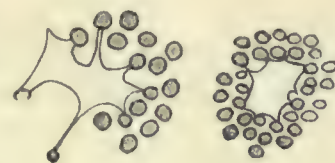


Fig. 79. — *a*, *b*. Des noyaux de cellules pigmentaires de forme étoilée. Les processus s'apposent vers des vacuoles pigmentaires: Matériel vivant.

noyau étoilé. Ceci prouve que les vacuoles peuvent au moins grandir dans le plasma.

La figure 80 nous représente enfin une cellule pigmentaire d'une larve fixée; coloration par l'hématéine et l'orange; l'espèce est un *Echinus*. On y voit deux noyaux; le plasma de la cellule se continue par une cellule non pigmentaire *n*. Les deux noyaux de la cellule

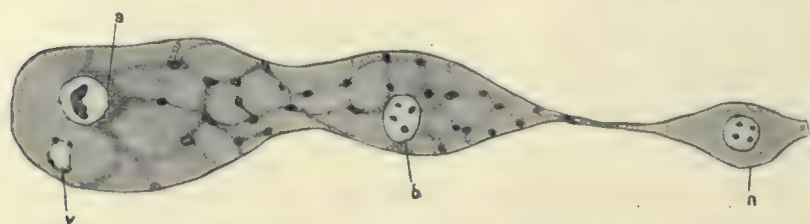


Fig. 80. — Une cellule pigmentaire à deux noyaux *a*, *b*, en communication avec une cellule non pigmentaire *n*. *Echinus*. Matériel fixé.

pigmentaire présentent un aspect assez différent. Dans l'un, *a*, on voit une partie centrale acidophile entourée des particules basophiles. Dans l'autre noyau, *b*, on voit quatre parties de substances faiblement colorées (basophiles). Le noyau *b* est évidemment plus

pauvre en substances que le noyau *a*. Ils représentent deux états physiologiques différents du noyau d'une cellule pigmentaire. A côté des noyaux, le plasma est plus dense: la partie dense n'entoure pas complètement le noyau; elle est ramassée surtout d'un côté; dans le cas du noyau *b*, la partie dense est plus étendue. Dans les deux cas, la partie dense se continue en des filaments qui s'anastomosent entre eux. Sur les filaments se trouvent des particules basophiles.

Les particules basophiles en question ne sont évidemment autre chose que les vacuoles pigmentaires dissoutes partiellement par les réactifs. Quant aux filaments décrits, on peut les voir également dans le matériel vivant; ils s'y présentent sous forme des parties plasmatiques réfractant fortement la lumière; ces parties plasmatiques enferment les vacuoles.

Voici l'idée que nous nous faisons sur la formation des vacuoles: des substances arrivent par diffusion dans le noyau des cellules pigmentaires; une synthèse s'y réalise; les produits de la synthèse sont émis dans le plasma. Ce phénomène peut s'accomplir de manières assez différentes: il se forme une vacuole dans l'intérieur du noyau qui est expulsée dans la suite (cas de la figure 44); ou bien les substances pénètrent la membrane nucléaire par diffusion, arrivent dans le plasma dense; ici les substances pigmentaires se séparent du plasma et se condensent en les vacuoles; cette condensation se fait en contact immédiat avec la membrane nucléaire; on peut interpréter ainsi la figure 79 qui montre, nous l'avons vu, des vacuoles en contact avec les processus du noyau; il résulte en outre de la figure 77 que les vacuoles croissent vraiment dans le plasma. Nous y avons vu de toutes petites vacuoles pigmentaires entourant le noyau étoilé. Un chémotactisme retient probablement la vacuole à la membrane nucléaire pendant la croissance de la vacuole. Enfin, la vacuole étant arrivée à une certaine grandeur, une répulsion se produit; les vacuoles sont emportées par des courants plasmatiques.

Un troisième cas serait possible: de petites particules se forment dans le noyau; celles-ci sont expulsées dans le plasma; elles s'apposent vers la membrane nucléaire; un échange de substances se fait par la membrane entre le contenu nucléaire et la particule plasmatique. La dernière se transforme en accroissant en une vacuole pigmentaire.

Il semble difficile de décider entre les cas que nous venons de poser. D'un côté, nous avons observé dans un cas l'expulsion du noyau de particules du caractère des vacuoles pigmentaires; d'autre part, les substances des vacuoles pigmentaires peuvent se former dans le plasma. Ces deux faits se contredisent, semble-t-il. En réalité, la contradiction n'est pas très rude.

Il résulte de nos considérations que les substances des vacuoles dérivent, en partie au moins, du noyau. Il est très probable que l'émission des substances nucléaires peut se réaliser suivant des procédés variés. Sous conditions, les substances se condensent entre le noyau dans une particule; celle-ci déclanche les mêmes phénomènes que nous avons observés dans le mésenchyme nutritif: la particule est émise dans le plasma. Sous d'autres conditions, les substances pénètrent la membrane par une diffusion; la contraction observée du noyau peut contribuer à cet effet. Les substances ne se mêlent pas au plasma; elles forment par suite des vacuoles en contact avec le noyau. Enfin, nous avons supposé un procédé combiné des deux précédents. Il résulte de notre exposé que le même effet peut se produire probablement par des moyens variables.

La question se pose: d'où provient le matériel de la synthèse des substances qui forment les vacuoles pigmentaires? Nous recourons alors de nouveau à la figure 44. On y voit que la cellule *p* est en communication avec un réseau mésenchymateux très riche; ce réseau est, de son côté, en communication avec les cellules squelettogènes. Nous avons déjà mentionné, en ce qui précède, qu'il y a eu formation de vacuoles dans les cellules mentionnées; ces vacuoles disparaissent dans la suite; leur contenu est mêlé au plasma. Le pigment se forme au fur et à mesure de la disparition des vacuoles. Vu les communications intracellulaires, il est alors fort probable que les substances vacuolaires ou une partie de ces substances se transforment et deviennent les substances des vacuoles pigmentaires. Regardons maintenant encore la figure 78 *a*. On y voit, outre la cellule pigmentaire, des cellules épithéliales; entre celles-ci, espaces intracellulaires se forment de la manière qui va être décrite; ces espaces enferment des substances nutritives; les cellules pigmentaires insinuent des processus plasmatiques dans les espaces mentionnés, en résorbant certaines substances nutritives. On peut très facilement observer ce phénomène dans le jeune pluteus (âgé environ de trois jours). Les substances résorbées se déposent d'abord dans la cellule pigmentaire sous la forme de vacuoles hyalines; on en voit, en effet, plusieurs dans la cellule *p* de notre figure; elles sont situées près du pôle de la cellule, voisin à l'espace intracellulaire. Ces vacuoles sont emportées dans la suite au voisinage du noyau; on en voit une tout près du noyau de la cellule *a* de la figure 81. On observe une vacuole *v* également près du noyau *a* de la figure 80; cette vacuole n'est pas apposée pourtant vers le noyau. Elle est entourée de petits granules basophiles; nous ne connaissons rien sur l'origine et le sort de ces granules.

La figure 81 nous donnera encore des enseignements sur notre problème; mais d'abord nous allons en tirer des conclusions sur le mécanisme de la formation des vacuoles pigmentaires. On y voit deux cellules pigmentaires *a* et *b*, réunies par un tractus. Les noyaux se trouvent en des états physiologiques différents. Dans la cellule *a*, le noyau est grand et vésiculeux. On voit dans l'intérieur une masse quelque excentrique de substances nu-

cléaires; il y a un anneau de substance basophile; d'un côté, on voit sortir des filaments sur lesquels on voit des particules basophiles. L'autre noyau *b* est rempli d'une substance basophile, presque homogène, laissant libre un espace, à peine visible, dans le milieu.

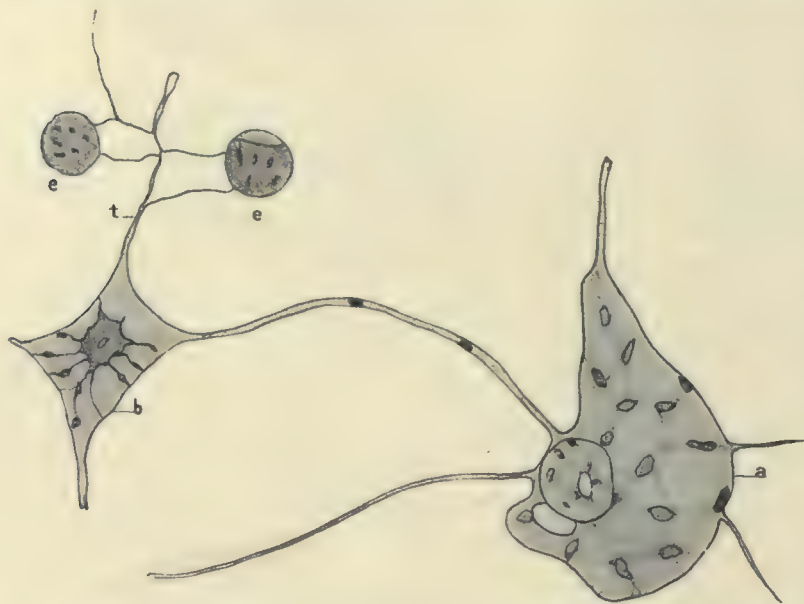


Fig. 81. — Deux cellules pigmentaires, *a* et *b*. Deux noyaux ectodermiques, *e*, *e*. Larve d'*Echinus* âgée d'à peu près cinq jours. Matériel fixé.

Le noyau est d'une forme très irrégulière avec des processus; ceux-ci semblent se continuer immédiatement dans les filaments du plasma; sur les filaments, se voient des granules basophiles, évidemment de même nature que ceux observés dans la cellule *a*, mais plus petits.

Le noyau rempli de substance basophile correspond probablement à un noyau étoilé du vivant; le noyau vésiculeux a été probablement d'une forme arrondie dans le

vivant. Le noyau arrondi étant chargé d'une certaine quantité de substances absorbées, il rapetisse en prenant la forme étoilée; dans le matériel fixé, ces derniers noyaux se montrent remplis de substances. La comparaison entre les noyaux des cellules *a* et *b* confirme les idées énoncées plus haut sur le rôle du noyau pour la formation des substances des vacuoles pigmentaires. *Les noyaux accomplissent également ici des transformations cycliques.* Le petit noyau se reconstitue après l'émission de substances par un gonflement; les filaments se déploient: le cycle recommence.

Après ce détour, nous allons revenir sur notre problème: d'où provient le matériel formant le pigment? Remarquons d'abord que la figure 81 se rapporte à une larve d'*Echinus*, âgée de cinq à six jours. Les cellules représentées sont situées dans la partie postérieure de la larve. On voit sortir de la cellule *b* un tractus *t*; celui-ci se partage dans la suite en des filaments plus minces; *e*, *e* sont deux noyaux ectodermiques. Les tractus sont en communication avec les cellules ectodermiques et s'insinuent tout près du noyau. Nous verrons plus loin qu'il y a eu, à ce stade, une expulsion de substances de la part du noyau ectodermique; il est évident que ces substances sont résorbées par les cellules pigmentaires.

La figure 82 nous représente un autre cas du même phénomène. La cellule pigmentaire *p* émet des tractus, on le voit, vers les cellules ectodermiques; en même temps, une expulsion de substances se réalise de la part du noyau ectodermique. Dans notre dernier cas, le noyau de la cellule pigmentaire est rempli de substances basophiles. On ne voit pas de particules basophiles dans le plasma; elles ont été probablement dissoutes par les

réactifs. La partie représentée dans notre dernière figure appartient à une larve d'*Echinus* âgée également de cinq jours. La cellule pigmentaire est située, dans ce cas, à une distance à peu près égale de la partie orale et de la partie postérieure de la larve. Il est assez curieux que, dans certains cas, il ne reste pas de trace des vacuoles pigmentaires après la fixation : dans d'autres, on en voit des restes en forme des particules basophiles. Cette différence peut être observée dans la même larve. Le phénomène en question se rapporte peut-être à une différence de la composition des vacuoles dans de différentes cellules pigmentaires. Les vacuoles se composent probablement d'un mélange de plusieurs substances, dont une partie se dissout par les réactifs, tandis que l'autre n'est pas soluble. Dans certaines cellules, les deux groupes de substances se trouvent ; dans d'autres, il n'y a pas de substances non solubles par les réactifs ; ou bien elles n'y sont qu'en très petites quantités.

Les larves des deux dernières figures ont été fixées par le liquide de BOUIN et colorées par l'hématéine et l'orange.

Les cellules pigmentaires ne résorbent que des substances en solution. On n'y voit presque jamais de granules nutritifs. Les substances arrivent dans les cellules pigmentaires par diffusion. Celle-ci peut se réaliser par la surface de la cellule comme dans le cas de la figure 78 *a* ; ou des communications plasmiques peuvent se produire avec d'autres cellules mésenchymateuses ; nous en avons vu un cas dans la figure 44. Nous avons observé des communications avec des cellules ectodermiques dans les figures 81 et 82.

La forme des cellules pigmentaires change beaucoup ; les cellules en communication avec le mésenchyme nutritif ne diffèrent pas beaucoup des cellules de celui-ci pendant que le nombre des vacuoles pigmentaires n'est pas encore trop grand ; mais, dans la suite, le nombre des vacuoles augmente, la masse plasmatique se ramasse, en général, autour

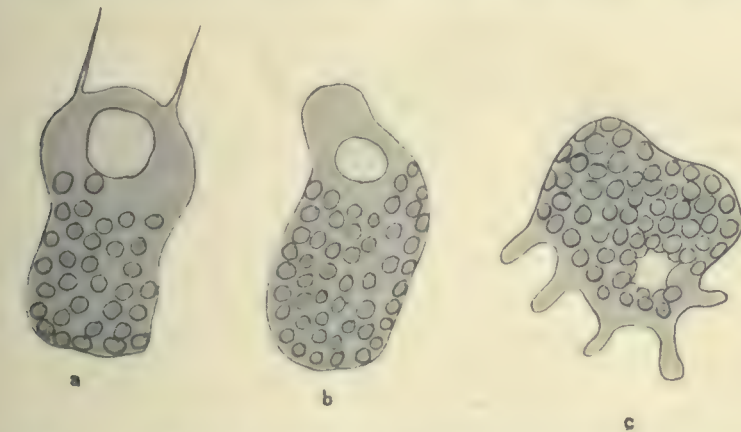


Fig. 83. — Des types différents de la formation des pseudopodes chez les cellules pigmentaires.

du noyau ; les tractus sont rétractés de plus en plus. Enfin, les cellules pigmentaires se détachent des autres cellules ; elles sont maintenant des cellules migratrices complètement libres. Ces cellules peuvent se mouvoir des manières différentes. La figure 83 nous en enseigne : la figure *a* nous montre une cellule pigmentaire émettant deux pseudopodes

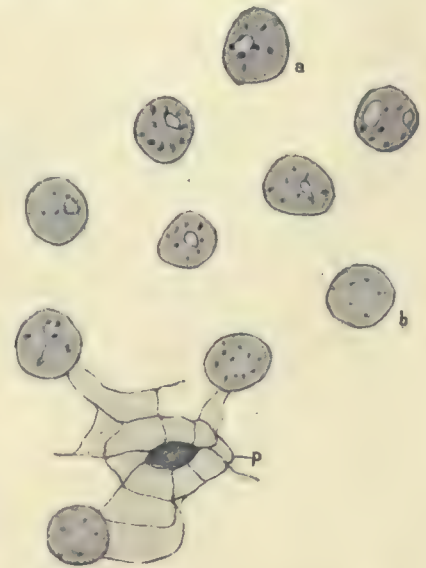


Fig. 82. — Cellule pigmentaire *p*. Des noyaux ectodermiques. Larve d'*Echinus* âgée d'à peu près de cinq jours. Matériel fixé.

minces; dans la figure *b*, la cellule émet un pseudopode large et hyalin; enfin, dans la figure *c*, on voit se former un nombre de pseudopodes hyalins plus larges que dans le cas de la figure *a*, mais moins larges que le seul pseudopode de la cellule représentée dans la figure *b*; celle-ci représente le type qu'on voit le plus souvent.

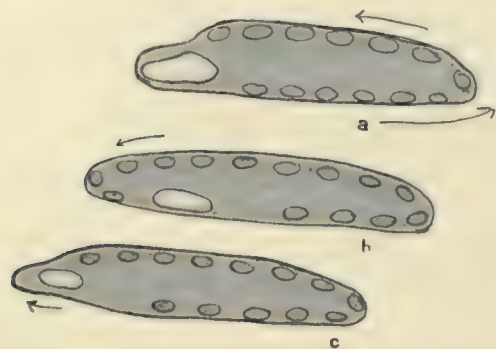


Fig. 84. — Schéma du mouvement d'une cellule pigmentaire contractée.

Nous avons pu isoler des cellules pigmentaires dans l'eau de mer; nous y avons étudié les mouvements; les résultats sont représentés schématiquement dans la figure 84. Il en résulte que la progression de la cellule résulte d'une combinaison de deux mouvements; il y a eu une circulation plasmatique dans la direction de la flèche de *a* et *b*; celle-ci transporte des masses plasmatiques dans le pseudopode émis qui contient souvent le noyau; il en résulte que le pseudopode s'efface, on le voit dans la figure *b*; sous peu, le pseudopode se forme de nouveau par une circulation plasmatique dans le

sens contraire. Ce dernier phénomène se voit dans la cellule *c*: il doit en résulter un mouvement progressif.

Nous avons vu, dans ce qui précède, qu'il y a souvent plusieurs noyaux dans une cellule pigmentaire des stades jeunes; dans la suite, une subdivision du plasma de ces cellules se produit, de sorte que chacune des cellules nouvelles contienne un noyau. Dans la figure 85, on voit une subdivision que nous avons suivie sous les yeux dans une larve vivante de *Paracentrotus*. Les deux cellules filles s'acheminent dans des directions opposées; elles restent liées pendant quelque temps par une partie mince de plasma; celle-ci est étirée de plus en plus pour rompre enfin. Le mode de division plasmatique décrit n'est pas un autre que celui trouvé chez les amibes.



Fig. 85. — La division d'une cellule pigmentaire.

Dans quelques cas, les cellules pigmentaires prennent une forme tout autre que dans les cas décrits. Les cellules émettent de nombreux pseudopodes longs et minces, au détriment du corps de la cellule. Les vacuoles se répandent sur les pseudopodes. On voit ce type souvent chez les larves très jeunes où la première portion de cellules pigmentaires vient d'être formée. Très longtemps, on la voit dans la partie postérieure de la larve; les cellules des figures 81 et 82 en rendent compte; mais ce ne sont pas des cas extrêmes. Il est évident que la forme mentionnée dernièrement doit correspondre à une certaine activité physiologique; en effet, cette forme se produit chez les cellules en une résorption très vive. Les pseudopodes sont émis, dans la partie postérieure, vers des cellules ectodermiques, nous l'avons vu en ce qui précède. Dans les larves jeunes, il y a quelques conditions analogues; ici, par exemple, les espaces intracellulaires, les vacuoles mésenchymateuses (voir la figure 44)

donnent des substances à la nutrition des cellules pigmentaires. Nous avons vu pourtant (figure 78 a) que toutes les cellules pigmentaires des larves jeunes n'ont pas la forme à pseudopodes longs et nombreux.

Les cellules pigmentaires ne restent pas, en général, à l'endroit où elles ont été formées; elles émigrent vers certaines parties de la larve où elles se localisent. Déjà très tôt, les cellules émigrent dans les pointes des bras. Nos observations indiquent que des cellules pigmentaires se rassemblent, même avant la formation des bras, dans les endroits où ces derniers paraissent dans la suite. On le voit dans la figure 86; elle nous représente la partie antérieure d'une gastrula de *Paracentrotus*, vue du côté dorsal. La partie a, des cellules ectodermiques très hautes, forme la plaque apicale. Des deux côtés de celle-ci, on voit des groupes de cellules pigmentaires, p: celles-ci sont rassemblées justement dans l'endroit où se forment plus tard les bras dorsaux. Cette observation n'est pas peut-être sans intérêt; HERBST (1901) a démontré que la formation des bras se déclanche



Fig. 86. — Partie apicale d'une gastrula. Des cellules pigmentaires, p, p, sont émigrées vers certaines parties de la paroi. A ces mêmes endroits, les bras dorsaux se formeront dans la suite. *Paracentrotus*. Matériel vivant.

sous l'effet de la pression du squelette sur l'ectoderme de la partie des bandes ciliaires. Il est fort probable, d'après nos observations, qu'une certaine partie de l'ectoderme doit être préformée à donner l'origine aux bras, avant que le squelette puisse accomplir son activité déclanchante. On sait pourtant par les expériences de HERBST (1904) que l'ectoderme possède tout autour la faculté potentielle de la formation des bras. Il paraît pourtant que l'endroit de la formation normale soit différencié en quelque sorte d'avance.

Les cellules pigmentaires se rassemblent, en outre, dans une partie formant demi-cercle en arrière de l'anus. Dans la partie immédiatement avant l'anus, le nombre des cellules pigmentaires est plus petit. En outre, il y a plusieurs cellules pigmentaires dans la partie postérieure de larve. Enfin, on voit des cellules pigmentaires s'insinuer entre les cellules des bandes ciliaires.

Dans un stade, caractérisé par la formation d'une troisième paire de bras — les bras latéraux — il y a eu une formation très vive de pigment, nous l'avons déjà mentionné. Les cellules pigmentaires sont répandues d'abord assez uniformément dans la larve; mais bientôt, on les voit se localiser dans les bandes ciliaires et surtout dans les épaulettes ciliaires. Il est curieux de voir ce changement qui se produit assez vite. Enfin, des cellules pigmentaires se rassemblent également dans les centres de la formation des plaques squelettiques permanentes.

Nous allons étudier avec quelques détails les rapports entre les cellules pigmentaires et les épaulettes ciliaires. La figure 87 nous présente une épaulette en formation, ep.

A l'endroit *a* de la figure, on voit s'organiser des cellules ectodermiques faisant corps de l'épaulette; ces cellules sont en communication plasmatique avec un réseau mésenchymateux, très riche; dans les mailles de ce réseau, on voit plusieurs cellules pigmentaires; celles-ci émigrent vers l'épaulette; on en voit une, *p*, dans la continuation de l'épaulette; la différenciation de celle-ci commence par une immigration de cellules pigmentaires; autour de celles-ci, la différenciation continue. En *i* se voit, sur notre figure, la partie distale de l'intestin postérieur et l'anus. On remarque que les nombreuses communications plasmatiques entre l'épaulette et l'intestin, par ces communications des produits excréteurs, sont probablement éloignées.



Fig. 87. — La formation d'une épaulette. Les cellules pigmentaires *p* émigrent vers les endroits où l'épaulette va se continuer. *Paracentrotus*. Matériel vivant.

Il y a dans l'épaulette un état de choses semblable à celui que nous avons trouvé dans la gastrula; une immigration des cellules pigmentaires se réalise avant la différenciation. Mais, dans l'épaulette nouvellement formée, le nombre des cellules pigmentaires est toutefois très petit, en comparaison des stades plus avancés. Dans la figure 88, nous avons représenté un morceau d'une épaulette achevée. On voit toute une rangée de cellules pigmentaires *p*, situées à la partie postérieure de l'épaulette. En outre, des cellules pigmentaires sont éparses dans la masse des cellules ciliaires de l'épaulette. Du côté antérieur de celle-ci, on voit une autre sorte de cellules pigmentaires *p*, qui commencent à se former assez tard dans le développement; le pigment est d'une couleur jaune tirant sur le vert; il n'est pas déposé en des vacuoles, mais remplit le plasma dans lequel on voit le noyau hyalin; pourtant les substances pigmentaires ne sont évidemment pas dissoutes dans le plasma; elles résident probablement dans des particules précipitées très nombreuses; les cellules en question sont très immobiles et se différencient probablement *in situ*.

En arrière des cellules pigmentaires on voit une autre rangée de cellules *e*; celles-ci appartiennent à l'ectoderme; elles sont bourrées de vacuoles, évidemment des matières de réserve à la nutrition de l'épaulette; ces cellules ectodermiques sont en communication riche avec le mésenchyme *m*, on le voit de la figure.

La figure décrite a été faite d'après le vivant; nous avons fixé des stades semblables par les vapeurs d'acide osmique à 1 p. 100; après la fixation, les larves ont été traitées par la formaline à 4 p. 100; enfin elles ont été montées dans la glycérine. Les vacuoles pig-

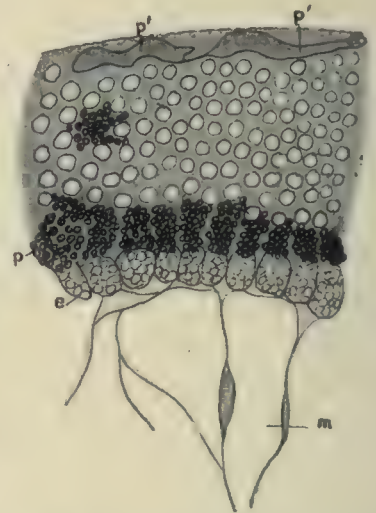


Fig. 88. — Une épaulette d'une larve de *Paracentrotus*. Coupe optique frontale. Matériel vivant.

mentaire sont, en général, dissoutes par ce traitement ; mais les noyaux des cellules pigmentaires sont remplis de substances, noircies par l'acide osmique.

Nous avons représenté, dans la figure 89, une petite partie d'une épaulette dans une préparation faite de la manière décrite. On voit le noyau noirci *n* d'une cellule pigmentaire ; autour de ce noyau, il y a des vacuoles *v*, plus petites d'un côté ; ce sont sans doute les restes des vacuoles pigmentaires ; on est étonné de voir que les cloisons plasmatiques de la cellule pigmentaire se continuent sans aucune limitation dans le plasma des cellules ciliaires ; il semble, en outre, que les cellules ciliaires sont entre elles en communication syncytiale. Il nous faut laisser la question ouverte, à savoir comment cette communication se réalise ; s'il y a seulement une partie basale commune, ou bien si la communication est plus étendue. Toutefois, nous avons pu démontrer encore expérimentalement la nature syncytiale des épaulettes ; des particules de carmin ou d'une autre substance semblable ont été mêlées à la nourriture d'une larve ; ces particules se sont propagées dans l'intérieur, jusque dans les épaulettes ; ici elles peuvent se transporter entre les cellules différentes ; nous reparlerons de cette expérience plus loin.

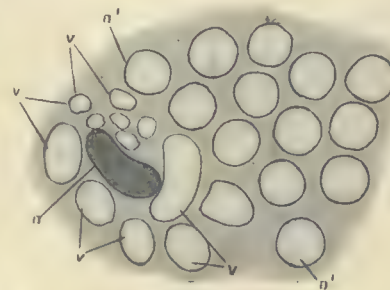


Fig. 89. — Une cellule pigmentaire en communication avec des cellules de l'épaulette. Fixation par les vapeurs d'acide osmique 1 p. 100.

Nous nous sommes demandés : pourquoi les cellules pigmentaires émigrent-elles dans certaines parties de la larve ? Nous avons supposé qu'il y a quelque stimulant attirant les cellules dans les endroits respectifs où elles se rassemblent. Ce serait alors un cas en quelque sorte analogue à celui des cellules squelettogènes. Mais quelle est la nature de ce stimulant ? Dans nos considérations, nous sommes sortis des observations faites sur les épaulettes ; celles-ci ont évidemment une activité physiologique très vive ; elles sont les organes locomoteurs les plus importants dans les derniers stades du développement ; elles contiennent une quantité énorme d'éléments cellulaires. Le voisinage de l'intestin postérieur doit être également le lieu d'une activité physiologique assez vive ; l'intestin postérieur se contracte et se dilate de manière connue par notre communication 1912 *a*. Dans les pointes des bras, il y a lieu une croissance assez vive. Il résulte de ce qui précède que les cellules pigmentaires sont attirées sans doute dans les endroits d'un vive échange de matières. En anticipant les résultats de la partie expérimentale, nous trouvons une confirmation de l'idée émise par le comportement des cellules pigmentaires des larves soumises à l'inanition. Les cellules pigmentaires se rassemblent surtout dans la partie de la larve où la réduction est vive ; nous avons mentionné ce fait dans la communication 1912 *b*. Dans les larves en réduction, l'intensité de la production de CO_2 est augmentée, nous l'avons rendu probable par une série d'observations sur lesquelles nous allons revenir dans un autre travail. Ici nous les exposons en résumé.

THÉEL (1892) a déjà observé que les larves de l'Oursin se ramassent souvent en de denses conglutinations dans les cuvettes de culture. Nous avons confirmé cette observation, et nous l'avons poursuivie plus loin. Les conglutinations, représentées dans la figure 90 *b*, se réalisent seulement sous une certaine intensité de lumière. Dans l'obscurité, toutes les larves se trouvent à la surface. 90 *a*. L'intensité de la lumière augmentant, les larves

se dispersent d'une manière démontrée par la figure 90 c : les larves s'éloignent l'une de l'autre, de manière à mettre des distances égales entre elles (1).

Dans l'obscurité, les larves sont presque immobiles. Dans les conglutinations, des mouvements verticaux très vifs se réalisent. Les mouvements des larves dispersées sont très lentes, par la répulsion mutuelle des larves. Des larves, isolées sous les mêmes conditions, accomplissent des mouvements verticaux très vifs ; dans ce cas, les mouvements verticaux sont plus étendus que dans les cas des conglutinations. Le montant du mouvement vertical dans le dernier cas se voit dans la figure 90 b. Dans les conditions qui amènent la dispersion, les larves isolées accomplissent des mouvements verticaux à peu près dans toute la longueur de la cuvette.

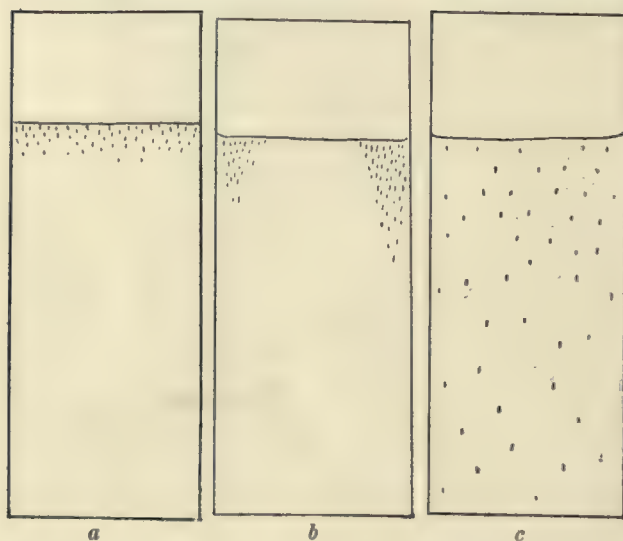


Fig. 90. — Une culture de larves : a, dans l'obscurité ; b, dans la lumière d'une faible intensité ; c, dans la lumière plus intense.

Les larves exercent un chémotactisme, l'une sur l'autre ; ce chémotactisme est de nature positive dans le cas de la figure 90 b, négative dans le cas de la figure 90 c. Dans l'obscurité, il n'y a pas de chémotactisme. Ce phénomène n'est, par suite, pas constant ; il dépend d'un certain état physiologique de la larve réglé dans le cas relatif par la lumière.

La lumière exerce une action directe sur la respiration ; cela a été démontré dans des expériences faites par Pütter (1908). Par suite, il est probable que la condition physiologique du chémotactisme réside dans une certaine intensité de la respiration : avec une intensité minime (dans l'obscurité), le chémotactisme n'est pas encore actif. Avec une intensité de respiration plus grande, un chémotactisme positif se prononce. Enfin, si l'intensité est encore augmentée, le chémotactisme devient négatif. Nous avons soupçonné que le facteur actif du phénomène serait la production de l'acide carbonique. Cette idée a été prouvée par une série d'expériences.

Les larves se montrent positivement chémotactiques vers un tube capillaire rempli de $n/10$ HCl ou $n/10$ HCl. Cet acide libère l'acide carbonique dans l'eau de mer. Les larves se retirent pourtant brusquement en arrivant à l'ouverture du tube ; la concentration étant trop haute, le chémotactisme devient négatif. Une solution de 4,95 p. 100 NaHCO_3 attire également les larves. Cette solution augmente la quantité d'ions et de molécules de l'acide carbonique dans l'eau de mer.

On peut disperser une conglutination de larves en y plongeant un tube capillaire avec une solution de $n/1$, $n/10$ ou $n/100$ NaOH. Les larves dispersées s'agglutinent immédiatement dans un autre endroit de la cuvette. Par le NaOH, il y a eu une neutralisation de l'acide carbonique. La quantité d'ions CO_3 augmente, mais une réduction se réalise des molécules de CO_2 . L'activité de NaHCO_3 démontre que le phénomène de chémotactisme ne réside pas dans la quantité d'ions de H. L'expérience avec NaOH élimine l'action des ions de CO_3 . Par suite, l'acide carbonique en forme moléculaire doit produire le chémotactisme.

Les observations relatées donnent le moyen de déterminer qualitativement l'intensité de la production de l'acide carbonique chez la larve. Sous l'effet de l'inanition, une dispersion des larves se produit également à l'intensité de la lumière qui fait condition, chez les larves normales, de la formation des conglutinations. L'inanition plus avancée, les larves se dispersent même dans l'obscurité.

Chez les larves soumises à l'inanition, les parties en la plus vive réduction doivent produire la plus grande quantité d'acide carbonique. Il en résulte que les cellules pigmentaires sont attirées probablement par l'acide carbonique.

(1) Nous avons commencé, en collaboration avec M. Klaus Grein, des recherches quantitatives sur les phénomènes en question.

Les preuves que nous avons données de notre idée ne sont pas naturellement absolument concluantes ; mais elles la rendent très probable.

En effet, la production de CO_2 doit être plus grande également dans les parties de la larve où un fonctionnement vif se réalise. Il se pourrait naturellement que les cellules pigmentaires soient attirées par d'autres produits de l'échange de matière que l'acide carbonique ; en effet, on verra dans la suite que les cellules pigmentaires sont attirées par des substances grasses ; ces substances agissent probablement souvent d'une manière indirecte en augmentant la quantité de l'acide carbonique. Le phénomène du chémotactisme doit se produire par une substance soluble dans l'eau et de diffusion rapide.

On pourrait proposer une autre explication : dans les organes d'un fonctionnement vif, la quantité des produits excréteurs augmente ; ceux-ci attirent les cellules pigmentaires. Il n'en est pas ainsi : la concentration de ces substances est toujours plus grande dans l'intestin postérieur que partout ailleurs ; par suite, les cellules pigmentaires devraient s'y rassembler toutes.

Nous avons vu, dans ce qui précède, qu'une différenciation est précédée souvent d'une immigration des cellules pigmentaires. Il en faut conclure, suivant nos dernières considérations, que la différenciation est précédée et accompagnée d'une augmentation de l'échange des matières. Cette conclusion se donne déjà à priori : l'énergie pour la croissance et la transformation des éléments doit être acquise par le procédé de la désassimilation.

Il faut faire encore une remarque sur le chémotactisme des cellules pigmentaires : si, en général, elles sont dirigées par l'acide carbonique, ce n'est pas exclusivement ce stimulant qui les attire ; en trouvant de la nourriture en solution, elles y émigrent ; il en est ainsi, par exemple, dans les larves jeunes où des substances nutritives se trouvent déposées dans les espaces intracellulaires.

La composition chimique du pigment de la larve de l'Oursin ne nous est pas connue. Il est facile pourtant de voir que les vacuoles pigmentaires se noircissent par l'acide osmique ; plusieurs savants l'ont déjà observé ; HERBST (1904) a constaté qu'une certaine combinaison de sels anorganiques est nécessaire à la formation du pigment.

Nous avons trouvé que la pigmentation est augmentée par une alimentation de la larve par des substances grasses (de la crème). Ceci indique, de même que la coloration par l'acide osmique, que les substances grasses forment une partie importante du contenu des vacuoles pigmentaires. Nous avons vu, dans ce qui précède, que les vacuoles pigmentaires se comportent d'une manière assez variable par rapport aux réactifs fixateurs et à l'alcool : tantôt les vacuoles sont complètement dissoutes, tantôt il en reste une partie basophile. Une étude plus approfondie que nous n'avons pas faite donnera peut-être des résultats intéressants. Il semble résulter pourtant de nos observations qu'il y a dans les vacuoles pigmentaires un mélange de plusieurs substances. On trouve le reste insoluble des vacuoles, surtout dans des larves jeunes ; chez celles-ci, surtout dans les cellules pigmentaires de la partie postérieure et dans les parties basales des bras. Nous avons vu que les cellules pigmentaires se nourrissent ici des produits dérivant des cellules ectodermiques ; on peut voir, dans les cellules ectodermiques de la partie postérieure de la larve, qu'il y a eu une réduction des substances nucléaires : nous allons revenir sur ce phénomène plus

loin. Les faits relatés font croire que certaines substances nucléaires sont expulsées dans le plasma des cellules ectodermiques; les substances sont résorbées par les cellules pigmentaires; le reste insoluble pourrait consister en ces substances d'origine nucléaire. Dans la suite ces substances se consomment.

On peut se former maintenant une idée sur le rôle des cellules pigmentaires dans le mécanisme vital de la larve. Les vacuoles pigmentaires sont des réservoirs de substances grasses; celles-ci y sont probablement, en quelque sorte, condensées ou combinées avec d'autres substances. Les vacuoles non pigmentaires constatées en plusieurs cas dans les cellules pigmentaires (voir les figures 78 a, 80 et 81) ne contiennent pas de substances grasses. Les dernières sont très probablement combinées chimiquement avec des substances contenues dans les vacuoles hyalines.

Les cellules pigmentaires régularisent la quantité libre de substances grasses dans la larve. Un équilibre chimique se réalise entre le plasma et les vacuoles pigmentaires.

En outre, les cellules pigmentaires peuvent transporter des substances d'origine nucléaire dans des parties différentes de la larve. Nous avons vu qu'elles émigrent dans les parties de croissance et de différenciation, ou dans celles d'une vive activité physiologique. On comprend maintenant la grande utilité de ce phénomène. Par celui-ci, des substances synthétisées dans de différentes parties de la larve sont transportées dans les endroits où il en est besoin. Ici les cellules pigmentaires se mettent en communication plasmatique avec les cellules des tissus, comme nous l'avons vu dans ce qui précède pour les cellules des épaulettes. Ainsi, un vif échange entre les cellules pigmentaires et les cellules des tissus peut se réaliser. Les premières donnent des substances pour les synthèses dans les dernières.

On comprend que le phénomène décrit est de toute importance pour la différenciation — la formation des parties différentes dans une totalité d'abord plus uniforme.

Une augmentation de la quantité libre des substances grasses est très dangereuse pour les larves. Nous allons étudier ce phénomène de plus près dans la partie expérimentale. En ce qui précède, nous avons mentionné une maladie à laquelle succombent très souvent les larves en métamorphose : une libération de substances grasses se produit dans les cellules. Cette maladie menace, en effet, les larves à tous les stades du développement. C'est pourquoi l'élevage des larves de l'Oursin échoue si souvent, même si l'on trouve la nourriture appropriée. La libération des substances grasses amène une réaction plus acide dans les cellules de la larve; le rapport entre ces phénomènes sera discuté plus loin. Nous avons déjà mentionné que les cellules pigmentaires régularisent la quantité libre des substances grasses. Il est évident que les cellules pigmentaires jouent, en quelque sorte, un rôle protecteur dans la larve.

La libération des substances grasses est fatale aux mouvements ciliaires qui se ralentissent sous l'effet de ce phénomène. Une régularisation de la quantité libre de substances grasses est alors de toute importance pour les organes ciliaires. En effet, nous avons constaté que les cellules pigmentaires y émigrent en grande quantité.

Il résulte de certaines expériences que la lumière, surtout celle d'une courte longueur d'onde, accélère le phénomène de la libération des substances grasses. Nous avons sup-

posé, dans la communication 1912 *b*, que les cellules pigmentaires abritent les organes contre l'influence funeste des rayons d'une courte longueur d'onde. Un regard sur la figure 88 nous apprend pourtant que cet abri doit être assez peu effectif, même dans les endroits où les cellules pigmentaires sont rassemblées en grande quantité. Mais peut-être que le pigment abrite les cellules pigmentaires elles-mêmes ! Nous avons vu que celles-ci contiennent en grande quantité des combinaisons avec des substances grasses. Le rôle biologique du pigment doit être, par suite, d'absorber les rayons d'une courte longueur d'onde qui pourraient accélérer la décomposition du contenu des vacuoles pigmentaires.

RÉSUMÉ DES ÉTUDES SUR LES CELLULES PIGMENTAIRES. — *Les cellules pigmentaires sont des cellules mésenchymateuses modifiées. Les vacuoles pigmentaires se composent de plusieurs substances; une de ces substances pas toujours présente dérive peut-être d'une émission de la part de noyaux ectodermiques; un autre groupe de substances dérive des composants gras contenus dans le plasma des cellules différentes; celui-ci est une partie intégrante de la vacuole pigmentaire. Le noyau joue un rôle direct dans la formation du pigment. Le rôle des cellules pigmentaires réside dans un transport de certaines matières et dans une régularisation de la quantité libre des substances grasses. Les cellules pigmentaires émigrent dans la larve, sous l'effet d'un chémotactisme probablement vers l'acide carbonique.*

IV. — LES CELLULES DE LA PAROI ECTODERMIQUE ET DE L'INTESTIN ANTÉRIEUR.

La description des cellules de la paroi ectodermique et de l'intestin antérieur sera faite dans un chapitre commun. On sait que l'intestin antérieur se compose d'une partie ectodermique et d'une partie endodermique; la première prend un développement plus grand que la dernière. En outre, on trouvera un état de choses bien semblable chez les cellules de la paroi ectodermique et de l'intestin antérieur; par suite, la description des cellules de celui-ci sera mieux à sa place à cet endroit qu'à côté de la description des autres parties de l'intestin.

1° *Les cellules de la paroi ectodermique.*

La différence n'est pas très grande entre *Echinus* et *Paracentrotus*, au point de vue qui nous intéresse pour le moment; c'est pourquoi nous n'allons pas séparer, dans ce qui suit, la description de l'une et de l'autre espèce.

La figure 91 représente une partie de l'ectoderme d'une gastrula d'*Echinus*. On voit dans les cellules les noyaux, très petits et de forme étoilée. Tout autour du noyau il y a des granules et, rarement, des vacuoles; les granules sont soudées en général aux processus des noyaux: ceux-ci présentent par suite un aspect que nous connaissons; déjà, d'après la figure représentée, on est enclin de conclure à un échange entre le noyau et le plasma. Entre les cellules se trouvent des espaces plus ou moins grands enfermant des substances dis-

soutes. Les cellules émettent souvent une sorte de pseudopodes effilés dans les espaces intercellulaires. Il faut remarquer que les espaces en question sont limités en haut par une mince couche plasmatique; on ne voit celle-ci qu'à une haute mise au point du microscope. Les espaces sont limités également vers la cavité du corps; cette limitation n'est pas complète.

La substance des espaces libres est produite sans doute dans les cellules ectodermi-

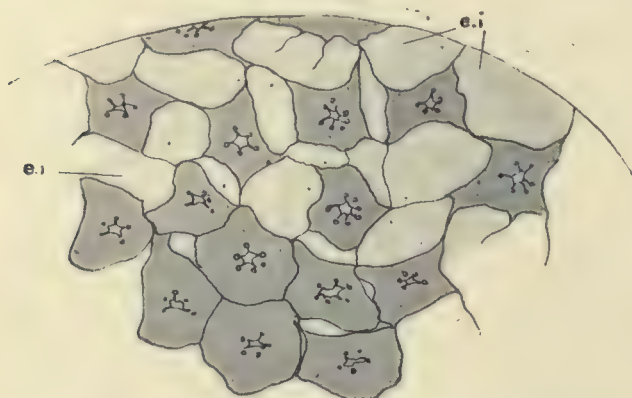


Fig. 91. — Une partie de l'ectoderme d'une gastrula d'*Echinus*.
Des espaces intercellulaires *e. i.* Matériel vivant.

ques; on y voit parfois des vacuoles dont le contenu est émis dans les espaces intercellulaires. Pourtant il paraît que les substances émises hors de la cellule se trouvent, en général, mêlées au plasma. Elles sont probablement d'abord déposées en vacuoles. Celles-ci disparaissent pourtant bientôt, le contenu se mêlant au plasma.

Au fur et à mesure que se forment les espaces intercellulaires, les substances de réserve disparaissent dans les cellules; les substances en question dérivent

de l'œuf et sont déposées en forme de granules de même nature que ceux étudiés en ce qui précède dans le mésenchyme. On se rappelle que les granules mentionnés se transforment également dans le mésenchyme en des vacuoles qui disparaissent bientôt (p. 71).

Nous avons déjà représenté dans la figure 78 *a* une partie ectodermique d'un jeune pluteus âgé de trois jours, dans laquelle persistent encore les espaces intercellulaires. Il a été constaté, en outre, que les cellules pigmentaires émettent des pseudopodes en résorbant certaines substances des espaces intercellulaires. L'émission des substances de la part des cellules ectodermiques est d'une grande importance économique pour la larve: les substances nutritives sont mises à la disposition des parties de la larve qui en ont besoin. Les espaces intercellulaires disparaissent bientôt: on n'en voit plus dans les larves âgées de quatre jours. Probablement une partie du contenu des espaces se vide ensuite dans la cavité du corps; ici, il donne naissance aux substances gélatineuses qui remplissent celle-ci. Une formation des dernières substances se produit probablement déjà au stade de blastula (voir MAC BRIDE, 1896). On pourrait peut-être trouver, déjà à ce stade, une activité sécrétrice des cellules.

Une question se pose: est-ce que des substances nutritives sont déposées dans la cavité du corps? La question est importante, parce que nous sommes arrivés, dans ce qui précède, à conclure que le transport de la nourriture résorbée par les cellules de l'intestin moyen est intracellulaire. Le procédé serait partiellement un autre pour les substances dérivant de l'œuf: un transport par la cavité générale; nous avons vu que le transport en est en partie intracellulaire, soit par le mésenchyme nutritif, soit par les cellules pigmentaires; mais une autre partie des substances est émise dans la cavité générale. On se demande alors: est-ce que les substances émises dans la cavité du corps sont de nature

nutritive ? Probablement, les substances en question sont transformées en des substances gélatineuses; celles-ci jouent plutôt un rôle de remplissage et de soutènement dans la larve; elles ne sont pas nutritives. Il n'est pas impossible pourtant que soient émises dans la cavité également des substances de nature nutritive. Celles-ci sont résorbées peut-être par les cellules pigmentaires; nous avons vu ci-dessus que les dernières cellules ont la faculté de résorber des substances dissoutes par leur surface.

Pour mieux étudier les noyaux des premiers stades de *Paracentrotus*, nous avons mis les œufs peu après la fécondation dans l'eau de mer exempte de calcium. Cette méthode, inventée par HERBST (1899), permet une séparation des blastomères sans que la division des cellules soit arrêtée. Après six heures, nous avons mis les fragments dans l'eau de mer normale; il en résulte de petits objets pas trop épais pour l'étude à l'immersion. Nous nous sommes convaincus que les noyaux de nos objets sont normaux.

On trouve, dans la figure 92, une partie d'un fragment âgé d'un jour et demi. Il y a dans toutes les cellules des noyaux étoilés. En outre, on y voit deux sortes d'enclaves : des granules plus petits presque incolores, et des granules plus grands d'une couleur claire brunâtre. Les processus du noyau s'accolent très souvent aux derniers. Les noyaux

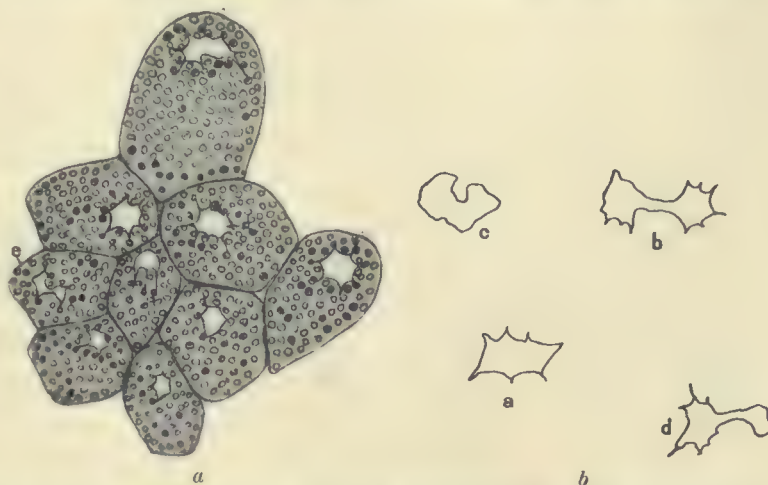


Fig. 92. — a. Une partie de cellules ectodermiques isolée dans l'eau de mer libre de Ca, un jour et demi après l'œuf. *Paracentrotus*; b. Les changements de forme du noyau de la cellule e, la figure a. Matériel vivant.

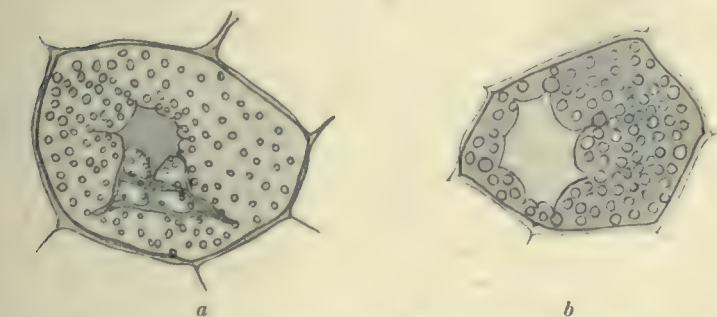


Fig. 93. — a, b. Deux cellules d'un fragment comme celui de la figure 92.

changent très souvent leur forme, ainsi que leur position dans la cellule. Dans la figure 92 b, nous avons représenté un noyau qui a changé très vivement la forme. D'abord on voit la forme étoilée a; ensuite, le noyau s'allonge en se resserrant dans le milieu b; il se contracte de nouveau, c; enfin, il émet de nouveau un lobé d; les changements décrits se sont accomplis au bout d'un temps très court (à peu près d'une minute).

La figure 93 représente deux cellules d'un fragment semblable au précédent et de même âge. Dans la cellule a, on voit uniquement les vacuoles incolores. Ici, on a pu observer très distinctement une communication du noyau avec une structure de cloisons

anastomosantes. Nous avons déjà noté quelque chose de semblable dans le mésenchyme (voir la figure 47). Alors nous avons supposé qu'il s'agissait des processus du noyau qui anastomosent. Peut-être qu'il y a eu de même quelques condensations dans le plasma qui s'apposent au processus du noyau ; ceci nous semble très probable, vu l'extension dans le plasma de la structure décrite. Les structures en question disparaissent pourtant aussitôt que les processus du noyau se retirent.

Dans la figure 93 *b*, on voit une cellule enfermant ainsi des vacuoles incolores et des vacuoles claires brunâtres. Celles-ci sont situées aux extrémités des processus du noyau. L'observation a continué assez longtemps ; enfin on voit tout d'un coup, tantôt dans une cellule, tantôt dans l'autre, un changement de la forme et de la grandeur des noyaux ; ils présentent l'aspect des figures 94 *a* et *b*. Le noyau gonfle et s'arrondit ; en même temps,

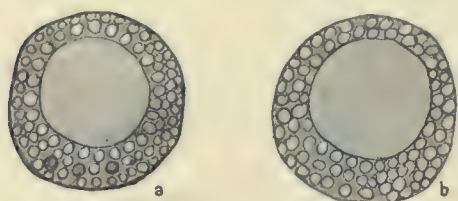


Fig. 94. — Cytolyse d'une cellule d'un fragment isolé par l'eau de mer libre de Ca. Matériel vivant.

on voit s'approcher les vacuoles du protoplasma. C'est là le commencement de la cytolysé : le noyau s'agrandit au détriment du protoplasma ; mais nous ne pouvons pas dire s'il y a eu seulement une diffusion d'eau, ou bien si d'autres matières sont résorbées par le noyau.

Les résultats exposés, à propos du matériel vivant, ont été confirmés par l'étude du matériel fixé.

En examinant une préparation d'une gastrula, on trouve souvent une zone de la paroi rapprochée vers le pôle végétatif où un grand nombre de noyaux se préparent à la division ; où bien les cinèses typiques sont en train de s'accomplir. Hors de cette zone, et même à côté des noyaux en division, on en voit qui sautent moins aux yeux. La quantité de la substance basophile y est moins grande ; la coloration est également moins intense que dans les noyaux prêts à se subdiviser.

En examinant de plus près ces noyaux au repos, on constate d'abord qu'ils peuvent être de grandeurs assez différentes. Cet état de choses rend déjà très probable que les noyaux en question exercent une fonction transformatrice de matières nutritives. Cette idée se confirme par une observation attentive des structures de l'intérieur du noyau. On y trouve un « caryosome » ou « nucléole » et des filaments. Le nucléole est d'une grandeur assez différente dans les différents noyaux ; enfin, on peut même voir quelquefois des noyaux plus petits que les autres où le nucléole fait défaut. Il est évident alors que nous avons ici des processus cycliques : le noyau grandit et rapetisse ; le nucléole disparaît et se reforme. L'idée énoncée est confirmée par l'observation, dans la plupart des noyaux, d'une vacuole à contours assez indistincts, soudée au nucléole. Les phénomènes ne s'accomplissent évidemment pas autrement que dans le cas des cellules de l'intestin moyen des stades peu avancés du développement (voir par exemple la figure 7). C'est assez rarement qu'on observe des vacuoles dans le plasma. Leur contenu se mêle probablement au plasma très peu de temps après l'expulsion du noyau. Dans des préparations, nous avons observé, en effet, des vacuoles allongées qui s'accolent à la membrane nucléaire. Si la forme observée correspond à la réalité, cela veut dire que, dans le matériel vivant, il y a un phénomène analogue à celui représenté dans la figure 44 : la vacuole perd la tension

superficielle vers le plasma, à un ou deux endroits de son pourtour ; le contenu se verse dans le plasma.

Il résulte des dernières observations que nous n'avons pas conclu à tort, d'après le vivant, à un rôle direct du noyau dans la préparation des substances émises dans les espaces intercellulaires. Les espaces contiennent, par suite, du matériel d'origine nucléaire. Chez *Paracentrotus*, les choses ne doivent se réaliser autrement que dans le cas décrit d'*Echinus*.

Dans la suite, les cellules de la paroi ectodermique se différencient en trois catégories : les *cellules des bandes ciliaires*, les *cellules de la paroi aborale*, les *cellules de la paroi orale*.

Les cellules des bandes ciliaires sont de forme plus ou moins cylindrique. THÉEL (1892) les a décrites chez l'*Echinocyamus pusillus*. Pendant le développement, le nombre des éléments des bandes ciliaires augmente considérablement. Apparemment, les cellules forment plusieurs assises. Pourtant, dans les pointes des bras, on voit seulement une assise de cellules ; plus proximale, il y en a deux ; enfin, vers la base, on en voit trois. La forme individuelle des cellules se voit mieux sur la figure 95. Celle-ci se rapporte à une larve soumise à l'inanition. Sous cette influence, les cellules deviennent moins serrées les unes contre les autres ; on voit que les cellules sont alternativement épaissies dans la partie distale, dans le milieu ou dans la partie proximale ; les cellules sont étirées en une mince partie plasmatique ou d'un côté ou de deux côtés, suivant la position de la partie épaissie ; celle-ci enferme le noyau. Dans la partie proximale, les cellules sont réunies par un filament basal. Il en est probablement de même dans la partie distale.

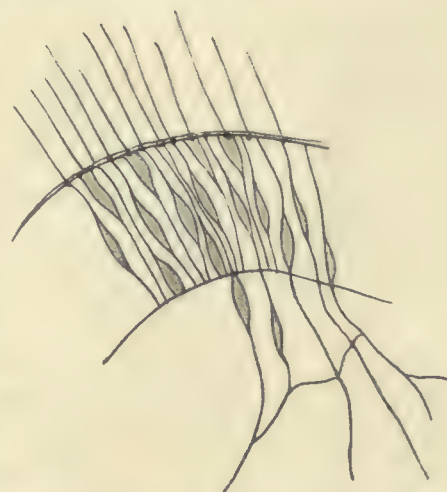


Fig. 95. — Une partie de la bande ciliaire d'une larve de *Paracentrotus*, soumise à l'inanition. Matériel vivant.

Les noyaux des cellules en question sont toujours d'une forme arrondie. L'aspect que présentent ces noyaux dans le matériel fixé est donné sur la figure 69 : il y a un grand nucléole central ; celui-ci s'entoure d'un équateur de caryosomes.

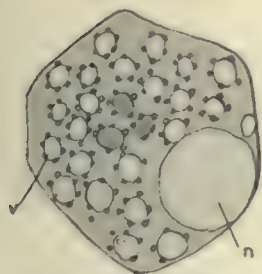


Fig. 96. — Une cellule de la paroi ectodermique aborale. *Paracentrotus*. Matériel vivant.

Les cellules des bandes ciliaires enferment des vacuoles ; celles-ci se colorent par le « neutralrot » en rouge très clair ; elles semblent être de même nature que les vacuoles des cellules squelettogènes ; nous avons déjà constaté que les noyaux des deux sortes de cellules se ressemblent fortement.

Nous désignons comme *paroi aborale* toute la partie de la paroi ectodermique située en arrière de la bande ciliaire orale. Les parties extérieures des bras appartiennent par suite également à la paroi aborale.

Les cellules de la paroi aborale ont, en général, une forme aplatie ; pendant le développement, il s'y forme de nombreuses vacuoles ; en outre, on y voit les granules jaunâtres dont

nous avons déjà parlé à propos du mésenchyme. Ces granules bordent les vacuoles. Celles-ci se colorent par le « neutralrot » en un rouge plus foncé que les vacuoles des cellules cylindriques. Dans la figure 96, on voit les vacuoles *v*, entourées des granules d'une cellule de la paroi aborale.

Les noyaux des cellules en question ne présentent pas d'abord de grandes différences avec les noyaux de la gastrula. La figure 97 donne quelques noyaux de la paroi aborale d'une larve d'*Echinus*, âgée d'à peu près de quatre jours. On y voit une masse filamenteuse avec des caryosomes, un nucléole acidophile et, dans un noyau *a*, une vacuole peu distincte. Consultons maintenant la figure 82, examinée déjà dans ce qui précède. Celle-ci se rapporte à une larve de quelques jours plus âgée. Ici, les filaments des noyaux se sont estompés presque complètement; on n'en voit que quelques faibles indications, par exemple dans le noyau *a*; les filaments sont arrangés radiairement par rapport à une vacuole; la vacuole est présente dans presque tous les noyaux. D'ailleurs, le noyau est rempli d'une substance acidophile. Par contre, les structures basophiles sont très réduites jusqu'à disparaître presque complètement comme dans le noyau *b*; dans celui-ci, elles ne sont représentées que par quelques minces granules.

Fig. 97. — Des noyaux de la paroi ectodermique aborale d'une larve d'*Echinus*, âgée de quatre jours. Matériel fixé.

Tout à fait les mêmes phénomènes s'observent chez *Paracentrotus*; seulement, ils se réalisent, paraît-il, chez cette espèce un peu plus tôt dans le développement que dans le

cas d'*Echinus*. La figure 98 représente quelques noyaux de la paroi aborale d'une larve nourrie de *Paracentrotus*, âgée de quatre jours. On y voit deux espèces de noyaux: 1° les noyaux *a* et *b*; ceux-ci contiennent beaucoup de substances basophiles (coloration par l'hématéine et l'orange); dans le milieu du noyau *b*, il y a un espace libre, peut-être une vacuole, entourée d'une masse dense basophile; de celle-ci sortent de nombreux filaments sur lesquels reposent des granules basophiles; 2° les noyaux *c* et *d* présentent un aspect tout différent de celui des noyaux décrits; toutes les structures sont estompées en une masse acidophile; près du centre on voit une vacuole; à côté de celle-ci, il y a une petite agglutination basophile.

On voit qu'il y a eu un changement très radical des noyaux de la paroi aborale à un certain stade du développement. On se demande: comment se transforment les structures des premiers stades dans la masse homogène des stades plus avancés? On a l'impression que la substance éosinophile se produit par des filaments qui s'estompent; quant aux particules basophiles, elles sont sûrement en partie expulsées dans le plasma.

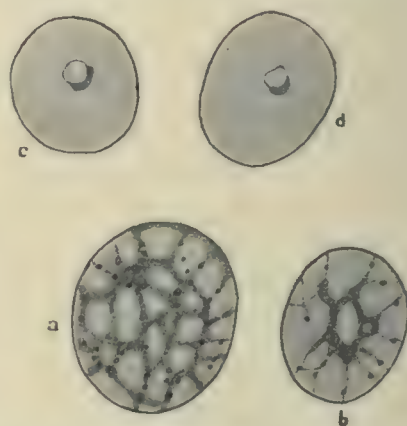


Fig. 98. — Des noyaux de la paroi ectodermique aborale d'une larve de *Paracentrotus*, âgée de quatre jours. Matériel fixé.

Nous avons observé que les noyaux ont, du moins chez *Echinus*, la forme étoilée au stade de la transformation. En outre, les préparations indiquent dans ce cas assez nettement le procédé de l'expulsion. Il en résulte probablement la formation des granules jaunâtres. Les vacuoles sont également expulsées. Nous avons déjà décrit l'activité des cellules pigmentaires, qui résorbent sans doute certaines substances émises de la part des noyaux.

Une question se pose : est-ce que des substances basophiles se transforment en des substances acidophiles au cours des changements décrits des noyaux ? Cette question est difficile à trancher. Pourtant, il n'y a probablement que les substances granulaires qui sont expulsées. Les autres substances basophiles participent peut-être à la formation de la masse acidophile ; partiellement, elles sont probablement transformées en la substance des vacuoles. Il semble pourtant qu'il reste toujours dans la masse acidophile quelques grains très minces basophiles. En regardant les noyaux superficiellement, on a plutôt l'impression d'un nucléole situé dans le plasma que d'un véritable noyau. Dans la suite, les noyaux se vacuolisent pourtant en même temps qu'ils agrandissent par gonflement. Les vacuoles ont une forme assez irrégulière ; elles se produisent évidemment par une sorte de déchirure de la masse acidophile à la suite du gonflement.

Nous n'avons jamais observé ni de divisions directes, ni de divisions indirectes des noyaux qui se trouvent dans l'état de réduction des substances basophiles. Pourtant, le nombre des noyaux augmente considérablement dans la suite du développement. Remarquons qu'il doit être très facile de constater ici des divisions du noyau : dans le cas d'une cinèse, une reconstitution des structures basophiles doit précéder ; dans le cas d'une division directe, on doit observer très facilement des stades où le noyau est plus ou moins resserré. Le manque des indications d'une subdivision des noyaux de la paroi aborale a porté sur l'étude des phénomènes qu'on verra exposés en ce qui suit.

Nous allons revenir d'abord sur la figure 67. En ce qui précède, nous n'avons étudié que la partie de cette figure représentant le mésenchyme. Rappelons que la figure se rapporte à la partie postérieure de la larve. Ici, de nombreuses cellules mésenchymateuses se rassemblent, en se différenciant d'une certaine manière ; nous avons déjà étudié ce phénomène dans ce qui précède. On voit dans la figure qu'il y a des communications plasmatiques très larges entre le mésenchyme et l'ectoderme ; il est même assez difficile de dire exactement où finit le mésenchyme et où commence l'ectoderme. Les noyaux des cellules e et e' appartiennent pourtant au dernier. Les noyaux y sont assez remarquables. Celui de la cellule e ne diffère pas de beaucoup en grandeur des noyaux m^2 du mésenchyme. Le nucléole est en quelque sorte étiré et resserré au milieu. Dans le noyau de la cellule e' , on voit que le noyau s'est séparé en deux parties : l'une remplie d'une substance qui ressemble fort au nucléole des cellules mésenchymateuses, l'autre hyaline ; on a l'impression que la dernière partie est expulsée en forme de vacuole du noyau. Dans le noyau de la cellule e^2 , on ne voit plus de partie hyaline ; le noyau est complètement rempli de la substance nucléolaire. Il en est de même avec les autres noyaux situés en avant des noyaux décrits. Il n'y a pas de doute que les noyaux e , e' et e^2 ne représentent une série des transformations des noyaux ectodermiques ; il en résulte un rapetissement et le remplissage du noyau par la substance nucléaire. Le résultat est le même qu'à la suite des transformations, décrites

ci-dessus, des noyaux ectodermiques (voir les figures 82 et 98). La méthode pour arriver à ce résultat est un peu différente, paraît-il, dans les deux cas : dans le procédé décrit précédemment, les structures se sont estompées en la substance homogène ; dans le cas décrit dernièrement, la partie hyaline est expulsée dans le plasma ; par ceci le nucléole agrandi remplit presque le noyau ; pour les détails de ce procédé, il faut pourtant consulter encore le matériel fixé.

Une autre question se pose : d'où proviennent les noyaux du type *e* et *e'* de la figure 67 ? Nous avons déjà constaté la ressemblance entre le noyau de la cellule *e* et les noyaux mésenchymateux. En effet, la série mentionnée ci-dessus des noyaux ectodermiques (*e*, *e'* *e*²) fait suite sans interruption à la série des transformations des noyaux mésenchymateux, décrite en ce qui précède. Nous avons vu de même que les cellules mésenchymateuses se rassemblent en grande quantité dans la partie postérieure de la larve. Vu encore le fait qu'on ne voit pas de subdivision des noyaux de la paroi aborale à partir d'un certain stade, on serait enclin de faire la conclusion suivante : une immigration de cellules mésenchymateuses se réalise dans la paroi ectodermique de la partie postérieure de la larve. Plusieurs observations parlent en faveur de cette idée. Pourtant, il semble très difficile de la prouver d'une manière vraiment concluante.

Les courants plasmatiques sont, en général, centrifuges ; on peut l'observer dans le matériel vivant. Ce fait parle en faveur de l'idée émise.

La description s'est rapportée jusqu'ici à *Paracentrotus*.

Chez *Echinus*, la partie postérieure de la larve est, dès le commencement, d'une forme plus obtuse ; cet état de choses est en corrélation avec la forme des baguettes du corps du squelette. Chez *Echinus*, le nombre semble en général encore plus grand des cellules mésenchymateuses accumulées dans la partie postérieure de la larve. Rappelons que cette partie s'effile en une pointe chez les larves jeunes de *Paracentrotus*. Dans la suite, la forme obtuse se développe ; par ceci, un état de choses se réalise, plus semblable à celui trouvé dès le commencement chez *Echinus*. Il est en rapport aux faits mentionnés dernièrement que les communications plasmatiques entre le mésenchyme et l'ectoderme sont les plus riches et les plus larges dans la partie la plus postérieure des larves d'*Echinus* ; par contre, chez *Paracentrotus*, les communications se forment dans les premiers stades du développement, surtout dans une partie située un peu avant la pointe postérieure ; ensuite un état de choses se produit analogue à celui constaté chez *Echinus*.

En consultant pour notre problème le matériel fixé, nous allons revenir d'abord sur la figure 72. Nous y avons étudié la différenciation des noyaux mésenchymateux. Le plasma du mésenchyme se continue comme d'ordinaire dans le plasma de l'ectoderme. Les noyaux de celui-ci présentent une différenciation ultérieure par rapport à celle parcourue par les noyaux mésenchymateux. Les noyaux sont plus petits ; le nucléole est relativement et absolument plus grand.

La grande quantité de noyaux rassemblés dans le mésenchyme sans aucune séparation du plasma fait croire qu'une multiplication des noyaux s'y est produite. Par contre, dans l'ectoderme, chaque noyau est entouré d'une masse plasmatique bien limitée. Nous n'avons pas observé directement dans ce cas une subdivision des noyaux mésenchyma-

teux. Rappelons que ces divisions se réalisent très rapidement, comme il résulte des indications données plus haut. En outre, on va trouver dans la partie expérimentale un exposé de faits qui prouvent l'idée d'une multiplication vive des noyaux mésenchymateux de la partie postérieure de la larve. Ici on pourrait faire l'objection suivante : ne se pourrait-il pas que des subdivisions directes se produisent très rapidement dans l'ectoderme ? Ces divisions pourraient échapper très facilement à l'observation. A ceci il est à répondre que les noyaux ectodermiques sont en général presque complètement remplis de substances ; chez ce type de noyaux, la division se réalise très lentement, nous l'avons constaté dans l'intestin moyen. En outre, l'exposé des résultats expérimentaux donnera également sur ce point une confirmation des idées corroborées, mais non prouvées par l'observation directe.

Les cellules ectodermiques se déplacent en avant, au fur et à mesure de la formation des nouveaux éléments. La partie postérieure constitue par suite une zone de croissance de l'ectoderme de la paroi ectodermique. Les noyaux déplacés en avant subissent des changements analogues à ceux qui se produisent chez les noyaux représentés dans les figures 82 et 98. Les substances basophiles se réduisent à un haut degré ; les noyaux se remplissent de substances acidophiles qui se vacuolisent. C'est pourquoi on voit très longtemps des cellules pigmentaires rassemblées vers la partie postérieure de la larve ; elles résorbent sans doute des substances expulsées dans le plasma de la part des noyaux dont la substance basophile est en réduction.

A peu près dans le stade de la formation des bras latéraux, la croissance de l'ectoderme de la partie postérieure cesse.

On se demande s'il y a des indications d'une immigration de cellules mésenchymateuses également dans d'autres parties de la larve. Rappelons seulement qu'on observe souvent dans le bras des syncytiums enfermant plusieurs noyaux rapprochés ; les syncytiums sont en communication plasmatique avec les cellules des bandes ciliaires ; en outre, il y a eu une différenciation des noyaux mésenchymateux en un type ressemblant les noyaux des bandes ciliaires ; pourtant, nous ne voulons pas beaucoup insister sur ce point ; pour trancher définitivement la question difficile d'une immigration, il faut des recherches plus étendues.

Nous avons étudié, dans ce qui précède, d'une manière assez détaillée, la réduction de la quantité des substances basophiles dans les noyaux de la paroi aborale ; il est assez intéressant de voir que les substances basophiles peuvent se reconstituer sous conditions. Il en est ainsi avec les noyaux ectodermiques situés au-dessus de la première ébauche de l'arc dorsal ; en même temps les cellules se rapprochent. Il est assez intéressant de remarquer que la différenciation dans le mésenchyme est suivie ou plutôt précédée d'une différenciation dans l'ectoderme.

Nous allons étudier un autre cas de reconstitution des substances basophiles dans la figure 99. Il s'agit de la formation de l'épaulette. On voit des noyaux épars, contenant une quantité très réduite des substances basophiles. Le noyau est, en outre, rempli de substances acidophiles. Les cellules émigrent vers l'épaulette *ep*, pour en devenir des éléments. Au fur et à mesure que s'approchent les cellules vers la destination, la quantité des substances

basophiles du noyau devient de plus en plus grande; en même temps le noyau rapetisse; la substance acidophile s'organise en nucléole; enfin les noyaux présentent tout à fait l'aspect que nous connaissons des bandes ciliaires. Il se réalise une réversion complète du phénomène de la réduction des substances basophiles. On voit, par cet exemple, comment la position d'une cellule dans l'organisme peut influencer sur son organisation.

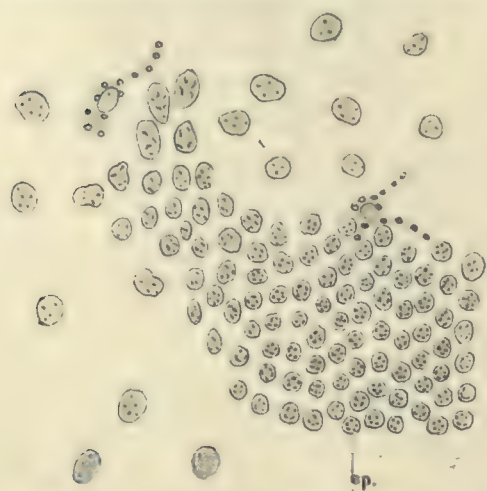


Fig. 99. — La différenciation des noyaux des cellules aplaties de la paroi aborale en les noyaux de l'épaulette *ep.* *Paracentrotus*. Matériel fixé.

Enfin, nous allons examiner les cellules de la *paroi orale*; nous désignons de ce nom la partie de l'ectoderme comprise entre les bras (les bras dorsaux et ventraux auxquels se joignent, plus tard, les bras latéraux; enfin, les bras préoraux se forment et participent également à la limitation de la paroi orale). La paroi orale est percée par la bouche; cette partie de la paroi est, en outre, de grande importance dans le développement par le fait que l'invagination échinienne se forme ici, du côté gauche.

A partir d'un stade assez jeune du développement (à l'âge de trois à quatre jours), les noyaux de

la partie orale se différencient d'une manière assez particulière. En regardant les préparations, on observe des noyaux relativement grands et qui contiennent fort peu de substances basophiles. La forme des noyaux est assez irrégulière, on le voit mieux sur la figure 100.

Remarquons par exemple, les noyaux *a*, *b* et *c*: ils ont tous plus ou moins la forme d'un fer à cheval. Il semble que la forme de ces noyaux change peu à la suite de la fixation. Les noyaux contiennent une masse homogène, acidophile; dans celle-ci sont épars quelques grains très minces de substances basophiles; en outre, il y a très souvent des vacuoles dans l'intérieur du noyau; on en voit deux dans le noyau *b*; les granules basophiles sont arrangés autour de la vacuole; il en est de même dans le noyau *d*, contenant une vacuole.

On peut étudier le développement ultérieur de la vacuole dans les noyaux *e* et *f*; elle est expulsée dans la suite du noyau; le contenu se mêle immédiatement au plasma; on n'y voit pas de vacuoles. Un noyau comme *e* rappelle assez les noyaux *d* ou *f* de l'intestin moyen, étudiés d'après la figure 15. Il est évident que la forme de fer à cheval ou de croissant est en rapport avec le mode de l'expulsion de la vacuole. A droite, dans la figure, on voit quelques noyaux de la bande ciliaire. On observe presque toujours que les noyaux rapetissent et deviennent moins irréguliers en s'approchant de la bande ciliaire. Les noyaux *h* et *i* n'ont plus la forme de fer à cheval; ils enferment une vacuole

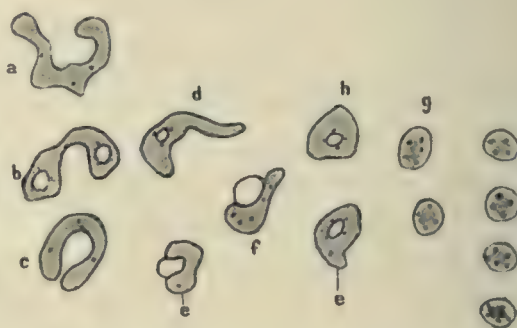


Fig. 100. — Des noyaux de la paroi ectodermique orale d'une larve de *Paracentrotus*. Matériel fixé.

presque centrale. Sous conditions, on voit ici la quantité de substances basophiles augmenter. Il nous semble très probable, en vue de ce fait, que les noyaux irréguliers peuvent devenir les noyaux arrondis de la bande ciliaire. De l'autre côté, les noyaux lobés sont multipliés par une immigration et une transformation des noyaux arrondis. Devant la bouche, une partie de la paroi fait saillie en forme d'une lèvre. A la base de celle-ci, sur la partie ventrale, les noyaux sont très nombreux ; ils sont petits et arrondis. Des deux côtés on voit une transformation de ces noyaux en des noyaux plus grands qui deviennent lobés dans la suite ; bientôt on y voit, en outre, une vacuole. La quantité des substances basophiles se réduit considérablement.

Ce phénomène se voit dans la figure 101 : le noyau *a* ressemble aux noyaux des bandes ciliaires ; il contient des caryosomes groupés autour d'un nucléole central ; chez le noyau *b*, le nucléole s'est estompé ; les caryosomes se réduisent ; ils s'étirent en des fils minces qui les continuent : cette configuration se produit sous l'effet de la dissolution des caryosomes qui se prononce davantage dans le noyau *c* ; les caryosomes sont ici transformés en des fils dans la pointe desquels on ne voit qu'un faible gonflement. Dans le noyau *d*, il ne reste des caryosomes que quelques minces granules : mais il s'est formé une vacuole au milieu du noyau. La substance nucléolaire se répand diffusément dans le noyau. La conclusion paraît alors probable que la vacuole est formée aux dépens des caryosomes. Après le noyau *d* de la dernière figure, la série se continue en des noyaux comme *e* et *f* de la figure 100. Il y a alors une zone de croissance pour la paroi orale dans la partie située devant la bouche.



Fig. 101. — La différenciation des noyaux arrondis en des noyaux lobés. *Paracentrotus*.

Il y a évidemment une activité physiologique très vive dans les noyaux lobés de la paroi orale : des vacuoles se forment continuellement. Les substances basophiles sont transformées probablement au fur et à mesure qu'elles se forment. Les vacuoles sont expulsées dans le plasma. Il est très difficile à voir des limitations entre les cellules dans la paroi orale. Nous avons ajouté quelques gouttes de HCl à l'eau de mer : les cellules s'individualisent alors en se contractant. Cette expérience montre que, probablement, il y a des limitations entre les cellules. Il existe pourtant des communications plasmatiques entre elles : on le voit par la figure 102. Celle-ci représente une partie correspondant à la place de l'invagination échinienne qui va se former plus tard. Les cellules portent également ici des cils, on le voit dans les cellules *a* vues de profil. On remarque, en outre, une communication plasmatique avec une cellule mésenchymateuse *m*. La figure a été faite d'après le vivant. La transformation rapide dans les cellules de la paroi orale a évidemment pour but de préparer des substances à l'accroissement énorme qui se produit dans l'invagination échinienne. La substance expulsée dans le plasma doit être de nature facilement assimilable. Le plasma des cellules de la paroi orale est évidemment saturé de substances nutritives avant la formation de l'invagination. Celle-ci se forme dans le commencement par une différenciation des cellules à noyaux lobés. Ceux-ci rapetissent et se présentent sous une forme arrondie, du moins dans le matériel fixé. Rappelons que l'invagination se fait

normalement du côté gauche de la larve. On doit s'attendre alors à voir l'assimilation plus grande du côté gauche. Il est difficile pourtant à constater quelque chose dans cette direction.



Fig. 102. — Des cellules de la paroi ectodermique orale. L'endroit de la formation de l'invagination échinienne. Larve de *Paracentrotus*, à trois paires de bras. Matériel vivant.

On observe souvent des figures donnant l'idée qu'il y a eu une subdivision directe des noyaux de la paroi orale; par exemple, le noyau *b* de la figure 100 est d'une organisation bipolaire: il y a deux lobes, chacun enfermant une vacuole; les lobes sont réunis par un isthme très étroit; pourtant, les cas ne sont pas, en général, concluants.

Par contre, on observe assez souvent des figures de division comme celle représentée dans la figure 103. Il paraît que nous avons devant nous l'anaphase d'une cinèse. Les chromosomes se sont agglutinés en des groupes très compacts; les deux groupes sont réunis par un fuseau de substance plus hyaline que le plasma ambiant. Quelquefois on peut voir dans le fuseau des traces d'une striation longitudinale. On ne voit pas d'astrosphères dans le plasma. Souvent, on observe pourtant une partie plus hyaline de plas-

ma aux deux pôles opposés. Cet arrangement rappelle plutôt les manteaux polaires des végétaux phanérogames (1).

Les figures de divisions décrites ne se retrouvent pas uniquement chez les noyaux de la paroi orale. Elles représentent un mode de division répandu entre toutes les cellules à noyau arrondi, de grandeur à peu près constante: ces noyaux se retrouvent dans les cellules des bandes ciliaires, dans les épaulettes et dans les cellules squelettogènes.

Les noyaux lobés de la paroi orale montrent des rapports intimes avec les noyaux du type mentionné. En effet, les premiers peuvent se transformer en des noyaux du dernier type et vice-versa. Le mode de division est le même dans les deux classes de noyaux.

Nous avons mentionné, en ce qui précède, que les cellules épithéliales se condensent à un endroit de la paroi aborale situé au-dessus de la base de l'arc dorsal. En même temps, les noyaux de ces cellules rapetissent et deviennent plus riches en substances basophiles. Les noyaux transformés ainsi présentent le mode de division que nous venons de constater chez les noyaux de la paroi orale. C'est pourquoi nous examinons à cet endroit également des noyaux appartenant à la paroi aborale.

La figure 104 nous montre quelques noyaux de la partie aborale mentionnée. On



Fig. 103. — L'anaphase d'une division nucléaire d'un noyau de la paroi orale. Larve d'*Echinus* à trois paires de bras. Matériel fixé.

(1) Il se pourrait qu'on arrive à démontrer un rayonnement à l'aide de méthodes spéciales et en se servant de grossissements plus forts.

voit deux noyaux au repos, *a* et *b*. Le noyau *c* a subi un agrandissement considérable. Les substances acidophiles ont disparu. Dans une substance hyaline, on observe deux rangées opposées de caryosomes ou — faut-il les appeler — de chromosomes. Le noyau *c* est encore entouré d'une membrane très distincte. Par contre, dans le noyau *d*, la membrane a disparu ; les rangées des caryosomes s'entourent pourtant encore d'une substance hyaline qui se distingue du plasma ambiant.

Les deux rangées opposées représentent évidemment une plaque équatoriale *qui se forme à membrane intacte*.

La membrane ayant disparu, les caryosomes ou chromosomes émigrent vers des pôles opposés. On voit le commencement de ce phénomène représenté dans la figure 105. Celle-ci se rapporte à un cas trouvé dans la paroi orale. La membrane avait disparu. Toutefois un espace nucléaire pouvait se distinguer encore, plus hyalin que le plasma. La forme des chromosomes est assez intéressante. En général, ils présentent un bout plus large et un bout plus effilé. Le premier regarde le pôle vers lequel le chromosome est en migration. Le phénomène relaté indique peut-être un chémotactisme vers les pôles opposés de l'espace nucléaire. Enfin, les chromosomes s'agglutinent en masses compactes représentées dans la figure 103. Cependant, une certaine bipolarité s'est produite de la cellule entière. On la trouve exprimée par la formation des deux parties polaires hyaloplasmatiques qui s'observent plus ou moins distinctement. En outre, l'espace nucléaire, d'abord à peu près de forme arrondie, s'allonge en fuseau.

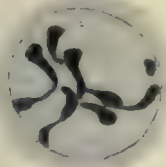


Fig. 105. — Métaphase d'une division nucléaire de la paroi orale. Larve d'*Echinus* à trois paires de bras. Matériel fixé.

Dans le stade de métaphase (fig. 105), on arrive à compter le nombre de chromosomes ; il s'élève en général à cinq ; à ce nombre s'ajoute souvent un petit hétérochromosome.

Dans un cas, représenté dans la figure 106, on a pu distinguer le nombre de chromosomes également de l'anaphase. On y voit, à chaque pôle, cinq paires de chromosomes. A ceci s'ajoute, d'un côté, un petit hétérochromosome. Il est remarquable que les chromosomes se sont fissurés en deux. Il s'est produit immédiatement une nouvelle division ; ou bien la fissuration des chromosomes représente un phénomène normal de l'anaphase. Dans la plupart des cas, les chromosomes de l'anaphase s'agglutinent de la manière démontrée par la figure 103 ; les détails échappent à l'observation. Nous ne pouvons pas juger, par suite, entre les deux cas énoncés. Rappelons à ce propos que nous avons observé une certaine configuration dualiste des caryosomes des noyaux dans les cellules squelettogènes (voir la figure 52). Il est fort possible qu'il existe une certaine tendance dualiste de l'arrangement des structures caryosomiques. LUNDEGÅRDH (1912 *b, d*) a attiré l'attention sur ce phénomène fondamental.

Le nombre de caryosomes des noyaux arrondis, par exemple des cellules squeletto-

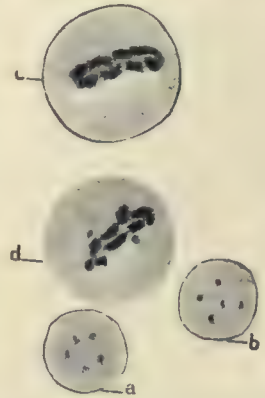


Fig. 104. — Des noyaux d'une partie ectodermique située au-dessus de la base de l'arc dorsal. Les noyaux *c* et *d* en division. Larve à trois paires de bras d'*Echinus*. Matériel fixé.

gènes, s'élève en général à cinq; un caryosome est souvent plus grand que les autres. Par suite, le nombre de caryosomes au repos concorde avec celui des chromosomes de ces noyaux. Le nombre se régularise probablement dans un cas et dans l'autre par les mêmes tendances. Il semble même probable que les chromosomes se forment directement des caryosomes préformés. La plaque équatoriale se forme par la disparition du nucléole et par l'accroissement des caryosomes. Ceux-ci n'ont qu'à se diviser ou le sont peut-être déjà d'avance.



Fig. 106. — Anaphase d'une division nucléaire de la paroi orale. Subdivision des chromosomes. Larve d'*Echinus* à trois paires de bras. Matériel fixé.

Les noyaux lobés font naturellement exception. Dans ceux-ci, une certaine réorganisation de la caryotome doit se réaliser avant la division. Il y a par suite une sorte de prophase qui manque évidemment chez les noyaux d'une forme arrondie.

Il ne s'agit pas, dans le cas relaté, d'une cinèse typique; nous avons plutôt devant nous un mode de division simplifié.

Le nombre de chromosomes diffère beaucoup de celui qu'on a constaté chez l'œuf en segmentation. D'après BALTZER (1909), le nombre de chromosomes s'y élève à 18.

Une question se pose : comment se produit la réduction du nombre de chromosomes? Il y a deux cas possibles : 1° les chromosomes du type de division décrit ci-dessus ont le caractère de chromosomes complexes; chacun d'eux correspond, par suite, à un certain nombre de chromosomes fusionnés; 2° un certain nombre de chromosomes ont été expulsés au cours du développement. Le premier point nous semble le plus probable. La simplification y consiste en ce qu'une prophase n'existe pas : les caryosomes formés se divisent directement. L'existence d'un caryosome plus grand que les autres parle en faveur du premier point : 18 chromosomes ne peuvent se distribuer en cinq parties égales; le caryosome plus grand correspond à un nombre plus grand de chromosomes.

A un certain stade, des divisions directes ont été observées également dans la paroi orale et dans les bandes ciliaires. Ces divisions se réalisent dans le premier développement de l'épaulette. On sait que ces organes se forment d'abord par un accroissement très intense de certaines parties de la bande ciliaire. Les parties en question se détachent sous forme d'îlots dont le développement ultérieur, très rapide, donne naissance aux épaulettes.

L'accroissement intense des parties mentionnées de la bande ciliaire se fait tant par une immigration et une transformation de cellules à noyau lobé que par une subdivision des éléments mêmes de la bande. La figure 107 nous présente quelques cas de la subdivision directe du noyau. On voit très nettement dans le noyau *a* que la caryotome se partage en parties égales; les deux parties sont réunies par un fil mince. Dans le noyau *b* qui sort d'une division, une nouvelle subdivision se prépare déjà par l'arrangement bipolaire des substances nucléaires.

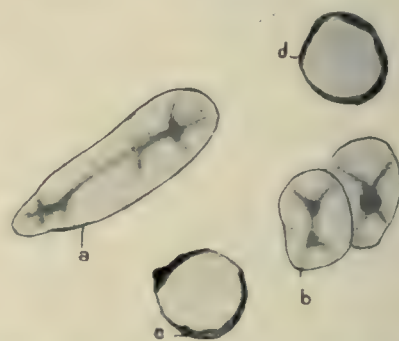


Fig. 107. — Subdivision directe des noyaux dans le premier développement de l'épaulette. Larve d'*Echinus* à trois paires de bras. Matériel.

Avant la division directe, les noyaux de la bande ciliaire gonflent ; le nucléole disparaît ; les caryosomes distincts s'effacent.

Outre le type décrit, on voit, bien que plus rarement, des noyaux du type de *c* et *d* de la figure 107. Toute la masse des substances nucléaires est émigrée vers la surface ; mais elle ne forme pas ici une couche uniforme ; on voit des parties épaissies qui se sont apposées en forme de rosaire, dans le noyau *d*, dans une partie de son pourtour. Dans le noyau *c*, les épaississements sont localisés en deux parties plus concentrées ; l'une des parties épaissies se divise, à un examen soigneux, en deux parties peu distinctes. Nous avons déjà décrit le même type de noyaux du mésenchyme d'*Echinus* (voir la figure 52). Nous allons revenir sur ce type dans la partie expérimentale. Pourtant, il nous faut anticiper sur les résultats donnés plus loin pour comprendre la signification de ce type de noyaux. Il va résulter que l'émigration des substances nucléaires vers la surface accompagne une nutrition abondante de la cellule ; *l'émigration des substances nucléaires vers la surface résulte souvent dans une multiplication des noyaux par bourgeonnement*. Il est très probable que le type décrit a la même signification dans le premier développement de l'épaulette. En effet, on voit dans le noyau *c* une partie se concentrer en faisant saillie dans le plasma.

Le type décrit s'assimile également au type démontré par la figure 15. Celle-ci représente des noyaux de l'intestin moyen d'une larve suralimentée par le jaune d'œuf. Nous y avons déjà observé le processus du bourgeonnement : des parties du pourtour du noyau se détachent où les substances nucléaires se sont ramassées en une couche dense.

Dans le premier développement de l'épaulette, les stades du bourgeonnement s'observent moins souvent. Ceci s'explique par le fait que les noyaux du type en question sont moins nombreux que dans le cas décrit de l'intestin. En outre, le processus du bourgeonnement doit se produire très rapidement.

Il est évident qu'une multiplication extrêmement intense se produit dans le premier développement de l'épaulette. En effet, on s'étonne toujours de voir le développement très rapide de cet organe.

Dans l'épaulette déjà formée, mais qui n'a pas achevé son accroissement, on observe les divisions des types de la cinèse simplifiée, décrite plus haut. Par suite, ce mode de division peut être précédé d'une division directe ou d'un bourgeonnement.

Enfin, nous allons décrire un phénomène qui se rapporte à la paroi aborale, mais qui se relate le mieux ici. Dans les stades plus avancés du développement (après la formation du rudiment échinien), les noyaux de certaines régions de la paroi aborale changent leur aspect de manière à ressembler fortement aux noyaux de la paroi orale.

C'est là surtout le cas dans les parties postérieures de la larve. Le changement en question peut s'étendre plus ou moins chez de différents individus. Le stade où commence le changement en question varie également. La forme devient chez les noyaux de la paroi aborale encore plus fantastique que dans le cas des noyaux

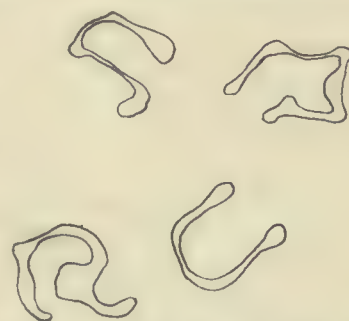


Fig. 108. — Des noyaux lobés de la partie postérieure de la paroi ectodermique aborale. Larve de *Paracentrotus* à rudiment échinien développé. Matériel fixé.

de la paroi orale. La figure 108 représente quelques noyaux de la paroi postérieure d'une larve de *Paracentrotus*, âgée d'un mois. Il y a lieu également ici à une sorte de sécrétion de la part du noyau : les vacuoles sont pourtant plus indistinctes que dans les noyaux de la paroi orale ; de même, la quantité des substances basophiles est plus petite dans le cas décrit dernièrement. La transformation y est évidemment moins vive. On voit que souvent des lobes ne sont en communication avec l'autre partie du noyau que par une tige mince. En même temps que les noyaux changent de forme de la manière décrite, les granules jaunâtres déposés dans les cellules ectodermiques aborales commencent à se liquéfier. Cet effet se produit probablement par l'activité du noyau.

RÉSUMÉ DES ÉTUDES SUR LA PAROI ECTODERMIQUE. — *La paroi ectodermique se partage par la bande ciliaire en une partie orale et une partie aborale de caractère assez différent. Pour la dernière, une zone de croissance se produit dans la partie postérieure de la larve. Une immigration de cellules mésenchymateuses contribue peut-être à la croissance. Une réduction des parties basophiles du noyau se réalise à un certain stade du développement. Cette réduction continue ensuite dans la partie postérieure. Les cellules de la paroi orale ont une forme lobée. La multiplication des noyaux se fait par une sorte de cinèse simplifiée dans la paroi orale, dans les bandes ciliaires, dans les épaulettes et dans une partie à cellules condensées de la paroi aborale. Sous conditions, une division directe ou un bourgeonnement se réalise.*

2° Les cellules de l'intestin antérieur.

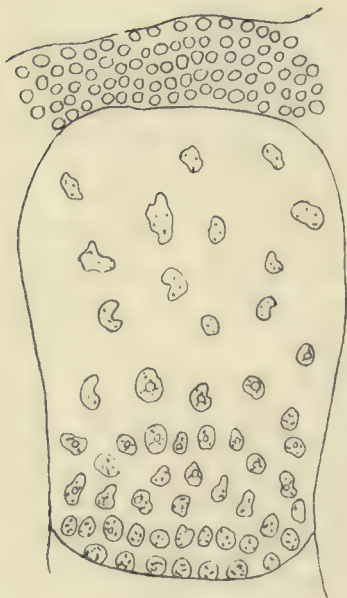


Fig. 109. — Les noyaux de l'intestin antérieur d'une larve de *Paracentrotus*. Matériel fixé.

Les bords antérieur et latéraux de l'intestin antérieur s'entourent d'une bande ciliaire. Les cellules de ceux-ci ne diffèrent en rien du type trouvé dans les autres organes ciliaires. Par suite, nous porterons l'attention uniquement sur les autres cellules de la paroi de l'intestin. Celles-ci sont dans la partie antérieure de l'intestin d'une forme aplatie ; dans une partie située en arrière de la bouche, les cellules sont plus cylindriques. Enfin, dans la partie la plus postérieure de l'intestin antérieur, les cellules sont plus ou moins aplaties.

La figure 109 représente les noyaux de l'intestin antérieur d'une larve de *Paracentrotus* dans un stade assez jeune. On trouve ici un état de choses rappelant à un haut degré celui que nous avons constaté dans la paroi orale : il y a des noyaux plus petits, mais plus riches en substances basophiles, et des noyaux plus grands, lobés et pauvres en substances basophiles. Dans les noyaux, il se forme une vacuole expulsée dans la suite. La croissance de l'intestin antérieur se fait en partie par une migration des cellules de certaines zones de croissance. Il y en a dans la partie antérieure de l'intestin et du côté

dorsale d'une partie plus proximale. Cet état de choses est réalisé chez les larves jeunes. Dans la suite, la migration des cellules se fait essentiellement de la partie antérieure.

La figure 110 *a* représente les noyaux de la partie distale de l'intestin antérieur d'une larve d'*Echinus*, fixée par le sublimé acétique et colorée par le bleu de méthylène et l'éosine. Dans la partie distale, il y a des noyaux qui contiennent de grandes particules colorées par le bleu de méthylène. On ne voit pas de vacuole dans le noyau *a*; dans les noyaux voisins, on observe déjà une vacuole. On découvre dans plusieurs noyaux, par exemple dans *b*, un nucléole qui est situé au milieu de la vacuole. Dans la partie plus proximale de l'intestin, les particules basophiles disparaissent complètement. Les noyaux sont colorés homogénéiquement par l'éosine, à l'exception de la vacuole. On voit maintenant des

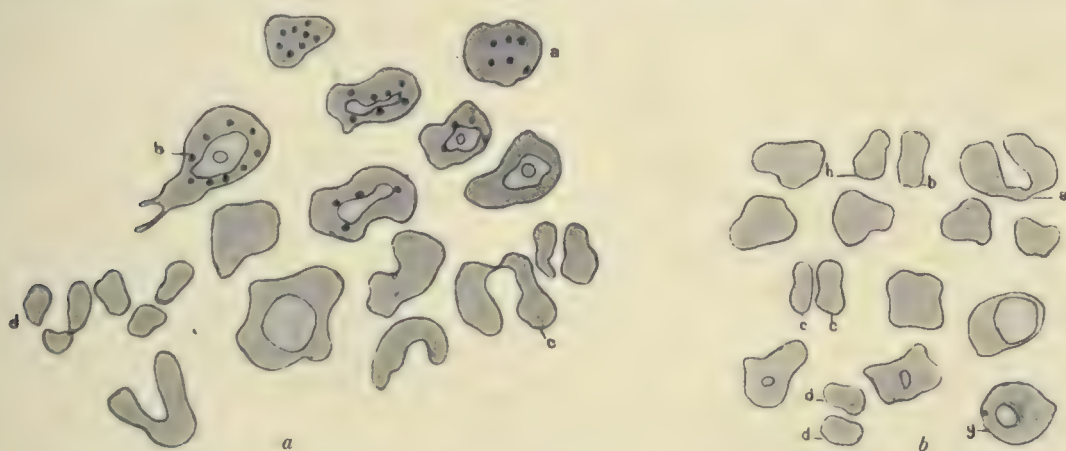


Fig. 110. — *a*. Des noyaux de la partie distale de l'intestin antérieur d'une larve d'*Echinus* à l'âge de quinze à vingt jours; *b*. Une partie plus proximale de l'intestin antérieur de la même larve.

formes semblables à celles trouvées dans la paroi orale. Le noyau *c* présente la forme en fer à cheval; les deux lobes ne sont réunis que par un isthme très mince. On a presque l'impression que les deux lobes sont en train de se séparer; en effet, on voit ce phénomène accompli dans plusieurs cas; on voit un exemple à droite et tout près du noyau *c*. Il paraît qu'il peut se réaliser également une subdivision d'un noyau en fer à cheval en trois noyaux-filles. On en voit deux cas l'un près de l'autre en *d*.

La figure 110 *b* représente une partie plus postérieure ou proximale de l'intestin antérieur de la même larve. Les noyaux rapetissent au fur et à mesure qu'on se rapproche de la partie située en arrière de la bouche. Distalement, on voit à droite un noyau en forme de fer à cheval, *a*. A gauche de celui-ci, il y a deux noyaux plus petits *b*, *b*, formés évidemment par la subdivision d'un noyau du type précédent. On voit un cas semblable à *c*, *c* et *d*, *d* dans la figure. En même temps que rapetissent les noyaux, des substances colorées par le bleu de méthylène se forment. La coloration par le bleu de méthylène a donné encore des renseignements sur la fonction de ces cellules. Il y a, dans le lumen de l'intestin antérieur, des masses d'une substance intensément colorée par le bleu de méthylène. Nous en avons représenté dans la figure 111. C'est évidemment un produit sécrétoire des cellules de l'intestin antérieur: il se présente sous forme d'une masse filamenteuse

avec des agglutinations plus grandes de substance dans les endroits où se croisent les filaments. Il s'agit sans doute d'une substance muqueuse; en effet, MATHWES (1898) a démontré que la mucine prend des colorants basiques.

Nous avons observé maintes fois le mode de nutrition des larves. Un flagellé, par exemple, est amené dans la bouche par les courants produits par le mouvement ciliaire; la proie n'est pas immédiatement avalée et transportée dans l'intestin moyen; elle reste assez longtemps dans l'intestin antérieur, où elle est emportée par les courants produits par les cils. Le long des côtés de l'intestin, il règne des courants dans une direction postéro-antérieure par rapport aux pôles de la larve; dans le milieu, les courants ont la direction contraire. La proie est emportée de cette façon jusqu'à la partie la plus distale de l'intestin antérieur; ici elle est empêchée d'échapper par la « lèvre ». Bientôt elle est ramenée par d'autres courants jusqu'à la partie la plus proximale de l'intestin antérieur. Enfin, le cardia s'ouvre et la proie est transportée dans l'intestin moyen. On voit que les mouvements des cils du flagellé se ralentissent beaucoup pendant le séjour dans l'intestin antérieur. La proie est évidemment enroulée dans les substances muqueuses qui la préparent pour la digestion dans l'intestin



Fig. 111. — Produit basophile de la sécrétion dans l'intestin antérieur, a, a, des particules acidophiles de la nourriture. *Echinus*. Matériel fixé.

moyen. On ne trouve pas chez toutes les larves les substances basophiles avec cette abondance. L'activité sécrétoire ne se réalise évidemment qu'en la présence de nourriture dans l'intestin antérieur. La figure que nous venons d'étudier se rapporte à *Echinus*. Nous n'avons pas étudié la larve de *Paracentrotus* au point de vue de la sécrétion dans l'intestin antérieur.

La figure 112 nous présente quelques noyaux de la région sécrétoire de l'intestin antérieur. On voit se former une vacuole dans chaque noyau. Autour de la vacuole, ou radiairement par rapport à celle-ci, on voit des structures basophiles un peu estompées. Les vacuoles sont évidemment expulsées dans le plasma. Elles alimentent le plasma qui se consomme vivement en produisant les substances muqueuses. Le noyau a vient d'émettre deux bourgeons.



Fig. 112. — Des noyaux de la région sécrétoire de l'intestin antérieur. *Echinus*. Matériel fixé.

RÉSUMÉ DES ETUDES DE L'INTESTIN ANTÉRIEUR. — Les noyaux présentent souvent la forme lobée. Une migration de cellules se réalise de certaines zones de croissance. Les cellules se cernent d'une substance muqueuse qui enveloppe les particules de la nourriture. La subdivision des noyaux se réalise par une amitose souvent multiple.

B. — LA PARTIE EXPÉRIMENTALE

La partie expérimentale ne veut que compléter et élucider, à d'autres points de vue, les faits exposés dans ce qui précède. L'étude de l'inanition peut approfondir les idées sur le mécanisme de la digestion et le transport de la nourriture dans la larve. L'alimentation par de différentes matières nutritives nous donne des idées sur les transformations chimiques dans la larve. Le carmin et l'encre de Chine, ajoutés à l'eau de mer, peuvent être résorbés ; ils sont transportés dans les différentes parties de la larve, et donnent ainsi des renseignements sur la nature de ce transport. La régénération nous peut donner des renseignements sur la croissance et la différenciation. Enfin, un certain changement de l'eau de mer nous a donné des résultats qui ont fait ressortir d'une manière très instructive des phénomènes déjà décrits, etc.

I. — LES PHÉNOMÈNES DE LA DÉSORGANISATION.

A la suite de l'inanition ou d'un état maladif de la larve, des phénomènes régressifs se réalisent. La croissance cesse, et plus tard il y a une réduction de la grandeur de la larve. En même temps, des changements souvent radicaux se produisent dans les cellules.

Dans la communication 1912, *b* nous avons déjà décrit l'effet de l'inanition ; ce n'est pas le moment de donner une description plus détaillée de tous les phénomènes qui se réalisent à la suite de cet état. Nous nous bornerons aux phénomènes d'un intérêt plus particulier à nos problèmes. Les expériences sur l'inanition ont été faites principalement sur les larves de *Paracentrotus*.

Sous l'effet de l'inanition, le caractère syncytial de la larve se prononce d'une manière encore plus nette. Nous en avons déjà profité dans ce qui précède, pour démontrer l'arrangement normal des cellules de la bande ciliaire (voir la figure 95). La larve n'avait été soumise, dans ce cas, qu'à une inanition d'une durée assez courte. La figure 113 nous donne l'effet d'une inanition prolongée ; dans la bande ciliaire, il ne

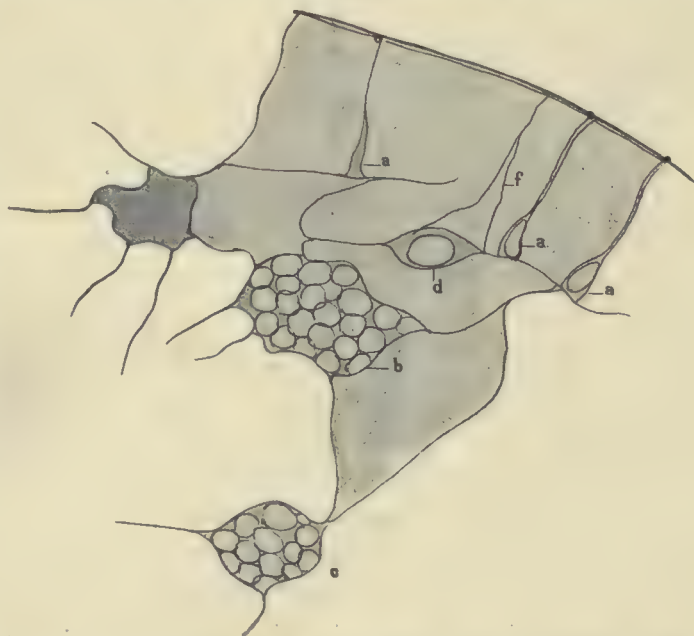


Fig. 113. — Les restes de la bande ciliaire ; des syncytiums mésenchymateux d'une larve de *Paracentrotus*, soumise à l'inanition prolongée. Matériel vivant.

reste que quelques cellules éparses *a*, dont la partie basale présente le gonflement autour du noyau. Tout le reste des cellules épithéliales ont quitté leur place ; elles ont émigré dans le mésenchyme, duquel il n'est plus possible de les distinguer. On voit un syncytium bourré de noyaux à *b* ; ceux-ci représentent les noyaux originalement ectodermiques. Ils ont grandi considérablement par gonflement ; à *c*, il y a un autre syncytium enfermant des noyaux d'origine probablement ectodermique. Les syncytiums décrits sont en communication plasmatique, d'un côté avec le filament basal des cellules ectodermiques, d'autre côté avec le réseau mésenchymateux.

Il résulte de notre figure, d'une manière très nette, que les noyaux ectodermiques se transportent dans le syncytium mésenchymateux : le filament basal des cellules ectodermiques présente le caractère d'une véritable communication plasmatique entre les cellules ; sous l'effet de l'inanition, la masse plasmatique des cellules ectodermiques s'insinue, pour ainsi dire, dans le filament basal en emportant le noyau. Ce phénomène s'observe en *d* dans la figure ; le plasma de la cellule *d* fait corps avec le filament basal. Il reste en communication par des filaments minces *f* avec la couche plasmatique qui s'étale en paroi. Sans doute, la masse plasmatique *d* va fusionner dans la suite avec le syncytium *b*.

Les noyaux d'origine ectodermique dégénèrent en partie en se transformant en des vacuoles d'un contenu de couleur jaune. Ils sont transportés petit à petit dans le mésenchyme, emportés par les courants plasmatiques. Il se produit également une agglutination des noyaux mésenchymateux. La « répulsion » des noyaux que nous avons constatée sur le matériel normal est évidemment abolie sous l'effet de l'inanition. Les noyaux agglutinés fusionnent souvent en dégénérant ; de cette façon, des concrétions souvent très volumineuses se forment dans les larves. Le contenu de ces concrétions est d'une couleur jaune verdâtre.

Sous l'effet de l'inanition, le plasma des cellules se répartit davantage en des pseudopodes ou tractus plasmatiques. Les granules déposées dans les cellules de la paroi ectodermique aborale sont transportés le long des tractus dans le mésenchyme.

Quelquefois, dans les stades jeunes, les cellules ectodermiques se détachent sous l'effet de l'inanition en émigrant amiboïquement vers la partie proximale de l'intestin postérieur ; cette observation ne doit pas être sans signification : l'intestin postérieur étant l'organe excréteur, les cellules remplies de produits excréteurs y émigrent.

Le squelette se dissout en général petit à petit chez les larves soumises à l'inanition. Cet effet doit se produire par une augmentation de la concentration des H-ions. Le phénomène est simultané à la résorption des granules de l'ectoderme par les cellules squelettogènes ; celles-ci deviennent nutritives. Les vacuoles se colorent en un rouge plus foncé par le « neutralot » que normalement.

Le phénomène décrit parle en faveur de l'idée que les cellules nutritives du mésenchyme ont une réaction moins alcaline que les cellules squelettogènes. Celles-ci, fonctionnant en cellules nutritives, dissolvent le squelette. Pourtant, il paraît qu'une réduction générale de l'alcalinité se produit dans la larve à la suite de l'état de l'inanition. On le voit par exemple dans l'intestin moyen dont les vacuoles se colorent en rouge plus foncé

par le « neutralrot » ; normalement, ces vacuoles se colorent de « neutralrot » d'une autre manière, nous l'avons vu dans ce qui précède (p. 6).

A la suite de l'augmentation des H-ions dans les cellules squelettogènes, celles-ci changent leur forme d'une manière prononcée : le plasma se répartit en un nombre plus grand de pseudopodes. Ce phénomène parle également en faveur de l'idée de l'alcalinité moins grande des cellules nutritives ; il y a évidemment un rapport entre la concentration de H-ions et la forme de la cellule ; nous l'avons vu, en outre, pour les cellules mésenchymateuses à la métamorphose (voir p. 99). Normalement, le plasma des cellules nutritives est, en effet, plus partagé en pseudopodes que celui des cellules squelettogènes.

Tous les noyaux ne dégènèrent pas, — ce serait naturellement la mort immédiate de la larve. En partie ils persistent en agrandissant généralement d'une manière assez considérable. Chez *Echinus*, les noyaux du mésenchyme nutritif perdent en général la forme étoilée ; chez les noyaux de la paroi ectodermique aborale, cette forme peut se conserver plus longtemps.

On voit dans le plasma, en outre des noyaux dégénérés, de petites vacuoles ou granules des substances jaune-verdâtres. Ces substances se produisent dans le plasma.

Nous avons fixé des larves soumises à l'inanition d'une longue durée par la formaline ; ensuite nous avons fait l'épreuve connue, par le moyen de l'acide osmique, sur des substances grasses. Les agglutinations jaune-verdâtres se noircissent, en effet, par l'acide osmique. La figure 114 en rend compte ; la cellule enfermant une agglutination est désignée par *a*. Dans la masse noircie, on voit une vacuole *v*. Il n'y a pas évidemment de noyau dans l'agglutination ; celle-ci est entourée pourtant d'une masse plasmatique en communication avec une cellule pigmentaire *p*. Dans celle-ci, il y a une vacuole très grande *v'* ; autour de celle-ci, on voit des particules noircies. Le noyau présente une coloration homogène brunâtre. On voit, à côté de la cellule décrite, encore deux cellules pigmentaires (*p'*, *p''*) renfermant une vacuole et des particules noircies. Notre figure représente la base d'un bras ventral d'une larve de *Paracentrotus*.

L'observation relatée confirme l'idée émise ci-dessus (p. 112), supposant que les cellules pigmentaires résorbent des substances grasses délibérées dans les cellules. Les substances grasses ne peuvent prendre origine que par une décomposition des combinaisons chimiques avec un component gras.

Nous avons déjà mentionné (p. 109) que les cellules pigmentaires émigrent dans les endroits de la réduction la plus intense.

Dans les endroits de la plus vive réduction, la formation des agglutinations grasses est également plus intense. Il résulte des considérations faites plus haut (p. 110) que la production de CO₂ doit être également augmentée dans les endroits mentionnés. Les deux

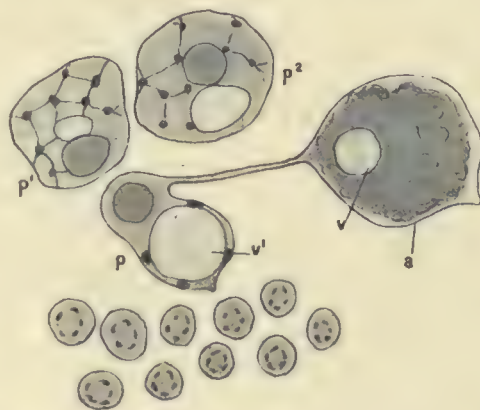


Fig. 114. — La base d'un bras d'une larve de *Paracentrotus*, soumise à l'inanition. Traitement par l'acide osmique pour démontrer les substances grasses.

phénomènes sont peut-être en rapport — la combustion des corps gras résultant dans une production de CO_2 plus intense; sous l'effet du dernier phénomène, les cellules pigmentaires sont attirées.

Le nombre des cellules pigmentaires se réduit moins vite que celui des autres cellules. Des larves transformées en une petite vésicule d'un diamètre de 40 à 50 μ contiennent quelquefois un nombre de cellules pigmentaires relativement peu inférieur à celui de la larve normale. Nous en avons donné quelques dates dans la communication 1912 *b*, page 7. En général, les cellules pigmentaires sont à leur tour dévorées par d'autres cellules mésenchymateuses. De cette façon, les substances grasses sont assimilées de nouveau.

Nous croyons devoir mettre la diminution générale de l'alcalinité en rapport avec la formation des agglutinations de substances grasses. Cette idée se confirme, en effet, par toutes les observations. Il est probable que les substances grasses sont partiellement saponifiées.

Chez les larves renfermant des agglutinations grasses, les mouvements ciliaires se ralentissent de plus en plus; enfin les larves arrivées à un certain stade de réduction tombent au fond; ce doit être la réduction de l'alcalinité qui produit cet effet. Toutefois, les agglutinations grasses disparues, les mouvements ciliaires s'accroissent de nouveau. De cette façon on peut trouver des mouvements très vifs chez des larves fortement réduites.

Les agglutinations grasses disparaissent par l'activité des cellules pigmentaires; il paraît pourtant que d'autres cellules peuvent contribuer également à la consommation des agglutinations pas trop grandes. Probablement, les agglutinations comprennent des substances à tous les degrés de décomposition, on le verra dans la suite. Dans le cas d'une résorption de la part des cellules non pigmentaires, il s'agit peut-être de substances dans un stade de décomposition moins avancée. Souvent les cellules non pigmentaires assimilent les substances transformées par les cellules pigmentaires; cela a été déjà mentionné ci-dessus. Dans ces cas, le pigment disparaît.

Une reconstitution de l'état normal des cellules se produit par les phénomènes relatés; mais, le matériel étant trop réduit, le développement ne peut pas continuer. Il y a une



Fig. 115. — Une cellule ectodermique d'une larve de *Paracentrotus*, fortement réduite. Des changements des structures nucléaires. Matériel vivant.

activité très vive des noyaux; des restes de substances grasses sont attaqués par les noyaux du mésenchyme; on découvre de nouveau les petits granules jaunâtres dans le plasma.

Dans les noyaux de

l'ectoderme, on observe souvent une circulation très vive des structures nucléaires. Nous en avons représenté un cas dans la figure 115: d'abord, on voit un caryosome émettant deux pseudopodes, on pourrait dire, vers la périphérie du noyau; on voit, de l'autre côté de la membrane, deux granules situés devant les bouts des pseudopodes ou des filaments; c'est là un fait constaté plusieurs fois que les filaments

s'apposent à la membrane nucléaire, dans un endroit où une résorption des substances se réalise. Il est possible que les filaments peuvent, en quelque sorte, transformer la membrane nucléaire de manière à la rendre plus perméable à certaines substances ; sous conditions, la membrane peut liquéfier des substances denses, nous l'avons vu en ce qui précède. Probablement, les filaments peuvent également, dans ce cas, avoir une influence sur l'activité de la membrane. Dans la suite, les substances résorbées sont transportées dans la caryotine où une transformation se réalise.

Dans la figure 115 *b*, on voit tout le caryosome s'approcher de la périphérie du noyau ; dans la suite, il rentre amiboïdement vers le centre du noyau, *c* ; les deux filaments se rétractent, mais le caryosome présente une forme lobée ; les lobes s'effacent dans la suite, *d* ; on voit un caryosome arrondi tout autour.

Nous avons déjà mentionné (p. 99) que les agglutinations grasses se produisent également sous certains états maladifs. Les causes de cette maladie peuvent être différentes. L'agglutination des substances grasses se fait sous les conditions les plus différentes. En plusieurs cas, il y a eu probablement une infection par des microorganismes. Il paraît qu'une stérilisation plus ou moins complète de l'eau des cultures est favorable au développement (voir ALLAN et NELSON, 1906).

Chez des larves bien nourries, mais qui contiennent des agglutinations grasses, on découvre quelquefois des noyaux très grands, gonflés ; dans ceux-ci, on ne peut pas distinguer de structures à l'observation de la larve vivante. Ces noyaux sont probablement morts et dégénèrent dans la suite. Quant aux noyaux du mésenchyme, il est pourtant caractéristique qu'ils sont en général grands et contiennent de grandes quantités d'enclaves. La figure 116 représente une cellule mésenchymateuse d'une larve de *Paracentrotus* âgée d'un mois ; des phénomènes régressifs se sont produits, bien que la larve soit nourrie. Sous des conditions semblables, les noyaux étoilés du mésenchyme d'*Echinus* gonflent et s'arrondissent. Dans ces noyaux, on ne voit pas d'abord de structures sur le matériel vivant. Dans la suite il se forme pourtant de nombreux granules dans l'intérieur du noyau ; on y voit, en outre, un caryosome étoilé. De cette façon, les noyaux d'*Echinus* présentent un aspect tout semblable à ceux de *Paracentrotus*. La différence entre les deux types de noyaux peut s'effacer alors sous certaines conditions : dans le cas en question, les noyaux d'*Echinus* ne peuvent pas émettre les granules et les vacuoles au fur et à mesure qu'ils se forment dans l'intérieur du noyau. Il y a, dans le cas décrit, une phase d'assimilation, comme il y en a toujours chez *Paracentrotus*. Cette phase peut continuer si longtemps qu'on voit se produire enfin des noyaux géants bourrés de granules. Nous en verrons des exemples dans la suite.

Nous sommes arrivés, dans ce qui précède, à conclure que l'état de l'inanition



Fig. 116. — Une cellule mésenchymateuse d'une larve de *Paracentrotus*, âgée d'un mois. Agglutination des substances grasses. Matériel vivant.

augmente la respiration de la larve. Il n'en est pas autrement dans les larves nourries qui présentent la formation des agglutinations grasses. Ces larves se dispersent déjà à une faible intensité de la lumière et même dans l'obscurité (voir p. 110 et fig. 90). Nous avons, dans le phénomène mentionné, un indicateur très sensible de l'état d'une culture. Une dispersion des larves sous les conditions mentionnées indique le commencement d'un état maladif. Rarement, l'organisme de la larve peut combattre la maladie. Dans la plupart des cas, les larves succombent sans arriver à la métamorphose.

La production plus intense de CO_2 est probablement en rapport à la formation des agglutinations grasses ; nous l'avons déjà supposé ci-dessus. Il est évident que les substances grasses sont très oxydables. Il se pourrait que la respiration de la cellule normale réside également dans une oxydation des substances grasses délibérées petit à petit.

RÉSUMÉ DES ÉTUDES DU PHÉNOMÈNE DE LA DÉSORGANISATION. — *A la suite de l'inanition et de certains états maladijs de la larve, des agglutinations de substances grasses se produisent dans les cellules. Ce phénomène amène une réduction de l'alcalinité dans les cellules et augmente la respiration. Conclusions sur les différences entre les cellules mésenchymateuses nutritives et squelettogènes. L'activité des cellules pigmentaires.*

II. — L'EFFET DE LA SURALIMENTATION.

Nous avons alimenté les larves par la crème et par le jaune d'œuf. Dans le premier cas, nous avons ajouté à l'eau de mer de petites quantités de crème ; le mélange a été fait par agitation ; ensuite nous y avons transporté pour quelques heures des larves normales ; ensuite on transporte les larves dans l'eau de mer pure. Après trois ou quatre heures, on peut les transférer de nouveau dans l'eau de mer mêlée avec la crème.

La crème est un mélange de triglycérides des acides du type $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}_2$, ou de l'acide oléique (voir VOLTZ, 1910).

Les particules de la crème sont avalées et résorbées dans l'intestin moyen. On y voit bientôt des vacuoles très grandes ; à côté de celles-ci, il y a des vacuoles plus petites.

Le comportement des cellules pigmentaires est assez curieux. On y voit des courants plasmatiques très vifs. En même temps, elles émettent des pseudopodes, tantôt dans l'une, tantôt dans l'autre direction ; il est évident qu'elles se trouvent dans un état d'activité physiologique très vif. Surtout, il est remarquable que des cellules pigmentaires émigrent vers l'intestin moyen ; elles s'y apposent en émettant des pseudopodes. Nous en avons représenté un cas dans la figure 117. Le noyau de la cellule pigmentaire *p* est situé le plus près de l'intestin.

Dans les noyaux du mésenchyme nutritif, on avait l'occasion d'étudier les changements périodiques du noyau. Nous avons fait ces expériences sur les larves d'*Echinus*. Il semble que le stade arrondi soit plus répandu dans ce cas qu'ordinairement. La figure 117 nous représente un cas où la transformation d'un noyau arrondi en un noyau étoilé a été observée directement. Dans la figure 118 *a*, on observe, dans le noyau arrondi, un nucléole presque central : c'est le même type de noyau que nous avons observé dans

les figures 48 et 53. Le nucléole s'entoure d'une conglutination caryosomique d'où sortent les filaments. Soudainement, le noyau rapetisse en prenant la forme étoilée (figure 118 b). Bientôt le nucléole disparaît. Il a été émis probablement dans le plasma, où il se dissout. Un corps *n*, visible pendant quelque temps dans le plasma, correspond peut-être au nucléole expulsé.

En se servant de la coloration par le « neutralrot », on voit dans les cellules mésenchymateuses des vacuoles grandes, colorées en rouge très foncé. À côté des vacuoles mentionnées, il y en a de plus petites qui se colorent également d'une manière intense par le « neutralrot ». Nous avons mis des larves suralimentées par la crème et des larves normales dans la même solution de « neutralrot ». Les premières souffrent moins de ce traitement que les dernières. Ceci est dû, probablement, à ce que les premières contiennent une quantité plus grande de substances dans lesquelles le « neutralrot » est soluble.

Le nombre des cellules pigmentaires est augmenté sous l'effet de l'alimentation par la crème. Nous avons fait l'expérience dans la lumière diffuse et dans l'obscurité. Il n'y a pas de différence entre le nombre des cellules pigmentaires dans l'un et l'autre cas. La lumière n'accélère donc pas directement la formation des substances contenues dans les vacuoles pigmentaires.

Pourtant, la lumière accélère, sous certaines conditions (à l'état de l'inanition) la formation du pigment. Il s'agit alors d'une action indirecte ; la lumière accélère la conglutination des graisses. Celles-ci donnent un matériel à la formation du pigment.

Nous avons fait l'épreuve des substances grasses par l'acide osmique chez les larves suralimentées par la crème. Dans l'intestin moyen, on découvre des particules noircies ; mais les grandes vacuoles sont incolores. Les noyaux de l'intestin moyen prennent une teinte brunâtre ; celle-ci devient plus foncée, quand le contenu du noyau se concentre. Dans le mésenchyme et dans l'ectoderme, on ne voit pas de substances fortement noircies, à l'exception des vacuoles pigmentaires. La conclusion est que les substances grasses sont, en quelque sorte, synthétisées ou combinées avec d'autres compositions chimiques déjà dans l'intestin moyen : il y a eu probablement une formation de lécithines qui se combinent avec des substances albumineuses.

Les noyaux des cellules pigmentaires présentent une coloration brunâtre plus ou

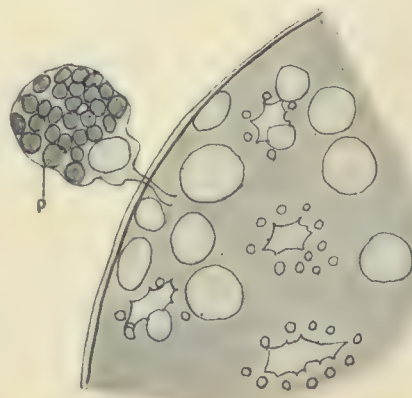


Fig. 117. — Une partie de l'intestin moyen, une cellule pigmentaire *p*, d'une larve d'*Echinus* suralimentée par la crème. Matériel vivant.



Fig. 118. — Une cellule mésenchymateuse d'une larve d'*Echinus* suralimentée par la crème. Transformation du noyau. Matériel vivant.

moins foncée. Dans le voisinage de l'intestin, on voit quelques noyaux assez foncés. Les cellules pigmentaires contiennent une vacuole en général très grande; nous avons relaté le même fait ci-dessus pour les cellules pigmentaires des larves soumises à l'inanition.

Les noyaux de l'ectoderme se colorent en brunâtre peu foncé. Cette coloration est due probablement à la présence des lécithines. Le traitement par l'acétone fait disparaître les particules noircies de l'intestin moyen, tandis que la teinte brunâtre des nucléoles persiste. De même, dans l'ectoderme, les noyaux gardent la même couleur qu'avant le traitement par l'acétone. Celui-ci permet de distinguer les graisses des lécithines; les premières se dissolvent par l'acétone (1).

Nous avons beaucoup employé l'alimentation par le jaune d'œuf. On ajoute à la culture quelques gouttes d'eau de mer agitée avec des particules préalablement desséchées de jaune d'œuf. On peut laisser les larves plus ou moins longtemps dans l'eau contenant du jaune d'œuf, suivant le degré de suralimentation qu'on désire. Les larves peuvent se développer d'une manière très normale, pourvu qu'on les transporte assez souvent dans l'eau de mer pure; sinon, la suralimentation est funeste au développement normal. L'intestin moyen se contracte: les cellules deviennent plus cylindriques. Nous avons déjà mentionné (p. 87) que des particules de jaune d'œuf peuvent pénétrer dans le mésenchyme; ceci n'a pas en soi des effets délétères; mais le nombre en étant trop grand, toutes les particules ne peuvent pas être digérées. Il en peut pénétrer même dans les cellules squelettogènes. Cet état de choses amène la dissolution du squelette. Nous y voyons encore une confirmation de nos idées sur la nature de la différence entre les cellules squelettogènes et les cellules nutritives. La présence des particules nutritives dans les cellules squelettogènes y provoque une diminution de l'alcalinité. Sous cet effet, la dissolution du squelette se réalise.

A la suite de la suralimentation, il se produit même une destruction des organes en formation, par exemple du rudiment échinien. Il est possible que la diminution de l'alcalinité soit encore, dans ce cas, le facteur décisif.

Nous avons vu, dans ce qui précède, qu'il y a une différence assez prononcée de la transformation, dans les cellules de l'intestin, des stades jeunes et des stades plus avancés. Il y a d'abord une formation de vacuoles petites entourées de granules; plus tard, on ne voit que des vacuoles très grandes. Une question se pose: est-ce que la liquéfaction dans les stades plus avancés du développement est une réaction fonctionnelle; ou bien la liquéfaction est-elle due à une différenciation du mécanisme de la transformation à un certain stade?

Nous avons soumis à la suralimentation par le jaune d'œuf une larve de *Paracentrotus*. Les résultats sont présentés dans les figures 119, *a*, *b*. Deux noyaux de l'intestin sont désignés par *a*, *a'*, dans la figure 119 *a*. Les noyaux ont une forme étoilée. On voit trois grands paquets de granules opposés à chacun des noyaux. Il n'y a pas de vacuoles. Les granules ont une couleur jaunâtre. Les granules en question sont évidemment les produits de la transformation effectuée dans les noyaux; ces granules, transportés dans le

(1) Voir EHRLICH, KRAUSE, MOSSE, etc., Encyklopädie d. Mikroskop. Technik.

mésenchyme, se fusionnent et forment des agglutinations jaunâtres b' . Il paraît alors que la suralimentation ne déclenche pas la faculté de la liquéfaction complète des substances émises du noyau; bien au contraire, les vacuoles ont disparu complètement à la suralimentation. En comprimant la larve entre la lamelle et la lame, on provoque une cytolysse dans les cellules; alors les paquets ainsi que les agglutinations jaunâtres se transforment tout d'un coup en des vacuoles claires, semblables à celles qu'on voit dans les stades plus avancés. A la cytolysse, il entre une imbibition des cellules par l'eau. Sous cet effet, les paquets et

les agglutinations peuvent gonfler. Il résulte de cette observation comme très probable que l'absence des vacuoles dans notre larve est en rapport avec une quantité d'eau insuffisante dans les cellules. Les noyaux produisent des substances qui peuvent gonfler par une imbibition; mais la quantité des substances denses est trop grande par rapport à la quantité d'eau. La même différence existe peut-être entre les cellules des larves jeunes et celles

des larves plus avancées; les dernières sont plus grandes; la quantité des substances denses résorbées est relativement moins grande. C'est un fait envisagé déjà dans ce qui précède: il y a un rapport entre le nombre des noyaux de l'intestin moyen et leur mode de fonctionner qui détermine à son tour leur morphologie. Dans les stades plus avancés, le nombre des noyaux est beaucoup plus grand par rapport à la surface résorbante que dans les premiers stades.

Il ne faut pas conclure de ce qui précède que les vacuoles et les granules se composent des substances identiques chez les cellules de l'intestin moyen des stades moins avancés. Il y a des substances qui s'imbibent plus ou moins facilement par l'eau.

Nous avons plongé des larves semblables à celle décrite précédemment dans une faible solution du « neutralrot »; les paquets granulaires ne se colorent pas; les agglutinations résultant du fusionnement des granules ne se colorent pas d'abord; arrivées dans le mésenchyme, elles se colorent superficiellement; pendant le transport dans le mésen-

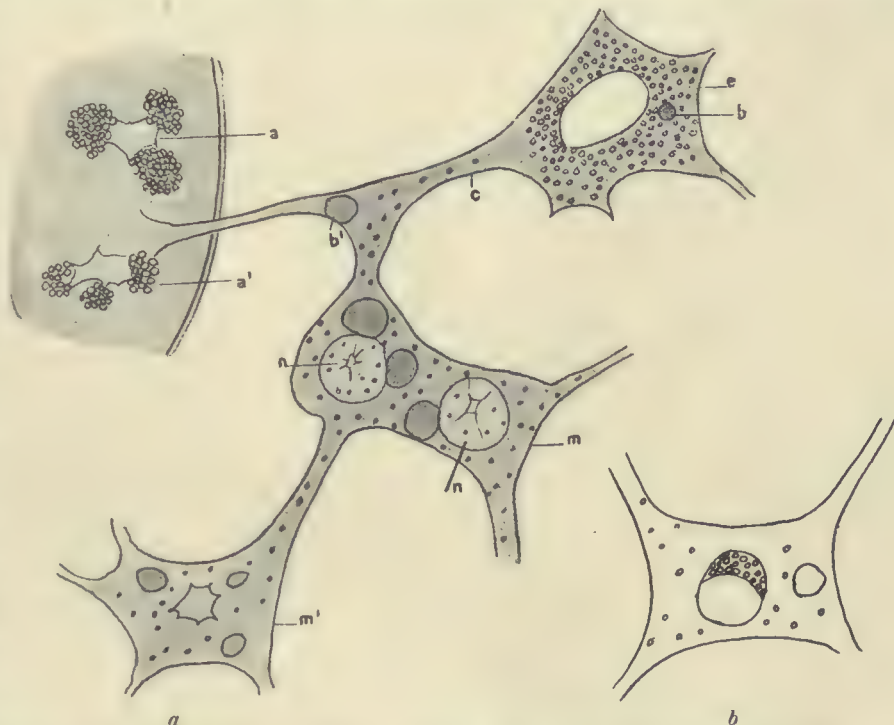


Fig. 119. — a , Une partie de l'intestin moyen, des cellules mésenchymateuses, une cellule ectodermique d'une larve de *Paracentrotus* suralimentée par le jaune d'œuf; b , une cellule mésenchymateuse de la même larve. Matériel vivant.

chyme, la couleur devient de plus en plus foncée. Il est à remarquer que les vacuoles résultant de la liquéfaction des agglutinations ne se colorent pas. La coloration dépend par suite, à un haut degré, de l'état physique de la substance.

Mais nous porterons de nouveau l'attention sur la figure 119, *a*. Dans le mésenchyme *m*, *m'*, les agglutinations jaunâtres sont attaquées par les noyaux. On en voit deux grands de forme arrondie, *n*, *n*; dans l'intérieur, on voit une partie centrale étoilée; en outre, de petits granules réfringents sont distribués dans le noyau. Ces granules sont évidemment de même nature que les petits granules éparpillés en un nombre très grand dans le plasma. Dans la cellule *m'*, le noyau est petit, de forme étoilée. La cellule *e* appartient à l'ectoderme; elle est toute bourrée des granules jaunâtres réfringents caractéristiques des cellules de la paroi aborale. La cellule ectodermique *e* est en communication large avec le mésenchyme; il est évident que les granules dérivent, pour la plus grande partie, du mésenchyme. On ne voit pas de vacuoles dans la cellule ectodermique; cela est bien naturel, vu le fait qu'il n'y a de vacuoles, ni dans l'intestin moyen, ni dans le mésenchyme. Nous avons supposé, dans ce qui précède, que les vacuoles de l'ectoderme se forment aux dépens des substances mêlées au plasma, venant du mésenchyme.

Nous trouvons, en effet, une agglutination jaunâtre *b*, dans la cellule ectodermique; celle-ci est de même nature que les agglutinations *b'*, trouvées dans le mésenchyme; ces dernières sont pourtant plus grandes que la première; il existe peut-être le même rapport entre les grandeurs des agglutinations qu'entre les grandeurs des vacuoles de l'ectoderme et du mésenchyme.

La quantité des granules jaunâtres est beaucoup plus grande qu'ordinairement. *Il est évident que l'alimentation par le jaune d'œuf favorise la formation des granules jaunâtres.* Ces derniers se colorent par l'hématéine. Ils se présentent dans les préparations des larves suralimentées en grande abondance; soudés entre eux, ils peuvent donner quelquefois l'impression des structures à la forme d'un rosaire.

La figure 119 *b* donne une autre cellule mésenchymateuse de la même larve. Le noyau est très remarquable; il se compose de deux parties: une partie hyaline, libre de granules; une autre partie granuleuse, apposée à la première, et en forme de croissant. Les deux parties sont séparées par une limite très prononcée; il y a eu évidemment formation d'une membrane, de sorte que la partie granuleuse est expulsée dans le plasma. C'est à peu près le même procédé que nous avons étudié dans l'intestin postérieur des larves d'*Echinus* (voir le noyau *e* de la figure 35). Mais ce dernier résultat n'est-il pas en contradiction avec ce que nous avons trouvé précédemment pour les noyaux mésenchymateux de *Paracentrotus*? Rappelons que la membrane disparaît d'ordinaire à une certaine grandeur maximum du noyau; par ce phénomène, les granules peuvent sortir dans le plasma; une reconstitution du noyau se réalise ensuite; pourtant, le nouveau noyau peut se former sous conditions dans l'intérieur du noyau plus grand, déjà avant la disparition de la membrane de celui-ci. En se figurant un cas extrême de ce dernier phénomène, on arrive à l'état de choses représenté dans la figure 119 *b*. Le noyau intérieur s'est développé déjà à un degré considérable; mais la membrane extérieure n'a pas encore disparu. Le noyau intérieur a pris une position excentrique dans le noyau plus

grand en délogeant les granules. Enfin la pression du noyau intérieur doit faire éclater la membrane ; ainsi les granules arrivent dans le plasma. La modification assez instructive est due, à notre avis, à une concentration insuffisante d'eau dans la cellule, bourrée de substances nutritives. Dans les cas normaux, la disparition de la membrane est précédée d'un gonflement du noyau.

La suralimentation par le jaune d'œuf amène une multiplication considérable des noyaux. On voit souvent une augmentation de la quantité des substances basophiles dans les noyaux. Les phénomènes relatés sont très prononcés ; on en arrive à l'opinion que le jaune d'œuf contient des substances qui favorisent spécialement la croissance du noyau. Le jaune d'œuf est, en effet, très riche en lécithines.

— Voici la composition du jaune d'œuf (1) :

Albumines.....	16 p. 100
Graisses.....	23 —
Lécithine.....	11 —
Cholestérine.....	1 1/2
Eau.....	

La lécithine contient de l'acide phosphorique qui est également un component de l'acide nucléinien (cf. BURIAN, 1906). MIESCHER (1896) trouve que la concentration de la lécithine dans le sang est relativement grande pendant la spermogénèse ; il en résulte probablement, d'après cet auteur, que la lécithine donne le matériel à la synthèse de l'acide nucléinien. LOEB (1909) soutient également l'idée du rôle de la lécithine pour la synthèse de l'acide nucléinien.

Les granules jaunâtres du mésenchyme et de l'ectoderme oral de nos larves se composent sûrement en partie de lécithines. Ils prennent une teinte brunâtre par l'acide osmique, mais ils ne sont pas solubles dans l'acétone. En général, ils se colorent par le « neutralrot » qui est soluble dans la lécithine, d'après OVERTON (1900). Il résulte de ces considérations que les granules jaunâtres jouent un rôle comme matériel de réserve à la formation des substances nucléaires. En effet, ils sont liquéfiés dans la suite du développement (voir p. 128) ; le matériel est transporté probablement dans les endroits de la plus vive croissance. La liquéfaction se réalise à peu près en même temps que les noyaux de la paroi aborale prennent la forme lobée.

Nous avons ainsi soumis à une suralimentation pas trop intense des larves d'*Echinus* et de *Paracentrotus*. Les larves montrent, comme il est déjà mentionné, une augmentation considérable du nombre des noyaux. Dans un cas d'*Echinus*, nous avons pu constater au matériel fixé la formation de noyaux lobés dans la paroi ectodermique aborale, à la suite de la suralimentation. On voit ces noyaux l'un tout près de l'autre. Le nombre des granules est grand, surtout dans la partie postérieure de la larve. On y voit également les communications plasmatiques avec le mésenchyme. Le nombre des noyaux mésenchymateux est également très grand dans la partie postérieure de la larve. Ces noyaux présentent une forme de croissant plus ou moins prononcé ; les bouts du croissant

(1) Voir PAECHNER (1910).

sont gonflés en lobes; par ceci, les noyaux en question rappellent les noyaux lobés de l'ectoderme; il existe pourtant la différence que les lobes ont, chez les premiers, toujours la même grandeur. En outre des noyaux lobés, on voit des noyaux légèrement courbés qui présentent une échancrure du côté concave et, enfin, des noyaux complètement arrondis (dans le matériel fixé). Nous ne voyons pas trop la signification de la forme en croissant des noyaux du mésenchyme; il est possible qu'il s'agisse d'une subdivision directe dont nous ne sommes pas arrivés à voir la dernière étape.

L'augmentation considérable des noyaux ne produit pas une croissance correspondante de la surface de la larve; les noyaux sont plus rapprochés que d'ordinaire, nous l'avons déjà mentionné. Ceci ne dépend pas seulement de ce que la quantité du plasma augmente relativement moins que le nombre des noyaux. La paroi ectodermique est étendue normalement par la croissance des baguettes du squelette au fur et à mesure qu'augmente le nombre des cellules de la paroi. Par contre, dans le cas de la suralimentation, la croissance des baguettes du squelette ne correspond pas à la multiplication intense de la paroi; évidemment, la multiplication des cellules squelettogènes est beaucoup plus lente. Nous avons déjà relaté que les cellules squelettogènes sont désorganisées en des cellules nutritives à la suite d'une suralimentation forte.

Les faits exposés peuvent, en outre, expliquer le rôle des noyaux lobés de l'ectoderme. Il est évident qu'ils contribuent à la liquéfaction des granules jaunâtres; nous ne pouvons pas décider s'il y a en même temps une transformation chimique des granules en question.

On pourrait faire l'objection : dans la paroi orale il n'y a pas de granules et, pourtant on y trouve des noyaux lobés même plus tôt et en plus grand nombre que dans les autres parties de la larve. Nous nous expliquons ce fait ainsi : les substances nutritives arrivent dans les cellules de la paroi orale sous forme liquide; ici, elles sont transformées par les noyaux; elles ne sont pas déposées pourtant sous forme de granules; elles sont expulsées en vacuoles sans passer par le stade intermédiaire de granules. Le dépôt des granules dans la paroi aborale est d'une grande importance économique pour la larve. Ils sont mis de côté, pour ainsi dire, jusqu'au moment où il en fait besoin. Alors, ils sont liquéfiés, résorbés par les cellules mésenchymateuses et transportés par celles-ci vers les endroits de la croissance. L'organisme se prépare à la formation des organes qui paraissent à un certain stade du développement.

Dans le cas décrit de la suralimentation, on ne pouvait pas voir d'indices d'une division des noyaux dans l'ectoderme; les cas d'une subdivision des noyaux du mésenchyme étaient hypothétiques. Par suite, le cas relaté ne peut pas mettre de lumière sur la question difficile du mode de croissance de la partie postérieure de la larve.

Nous avons soumis des larves de *Paracentrotus*, âgées de quatre jours à une suralimentation pas trop forte par le jaune d'œuf. Les résultats sont très frappants; dans l'intestin moyen un bourgeonnement des noyaux se réalise dans quelques cas. Le matériel nucléaire se ramasse périphériquement; des bourgeons se détachent. La multiplication des noyaux se fait, par suite, comme dans le cas décrit dans ce qui précède (p. 57, fig. 29). Mais l'attention est attirée surtout par les cellules mésenchymateuses. On y

voit plusieurs noyaux qui présentent un aspect assez singulier. Regardons d'abord les figures 120 *a* et *b* qui représentent deux cellules mésenchymateuses de la région moyenne de la larve. Dans le plasma, on voit faiblement des parties plus denses qui correspondent probablement à des granules dans le matériel vivant. Les noyaux se présentent sous la forme d'une grande vésicule limitée par une couche épaisse de substances basophiles. Celle-ci n'est pas tout à fait uniforme, mais présente un épaississement très prononcé; dans le noyau de la figure 119 *a*, on voit, en outre, quelques épaississements moins prononcés. Il est évident que toutes les substances basophiles se sont ramassées vers la périphérie du noyau. On peut étudier le développement ultérieur de ces noyaux dans la figure 120 *c*. Celle-ci représente une cellule mésenchymateuse de la partie postérieure de la larve. Ce noyau à périphérie épaissie comme dans le cas précédent s'est clivé par des cloisons en un nombre assez grand de parties différentes. Ces parties se détachent dans la suite sous forme de bourgeons; on a vu dans la préparation des noyaux plus petits qui sont évidemment les produits d'un bourgeonnement. Le noyau de la figure 120 *c* donne naissance au moins à six ou sept noyaux. A un grossissement plus faible on découvre encore des cloisons.

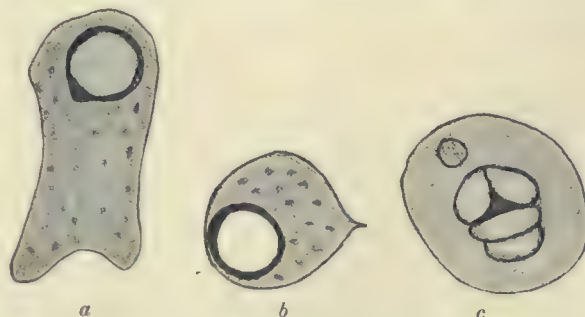


Fig. 120. — *a, b, c*. Des cellules mésenchymateuses d'une larve de *Paracentrotus*, suralimentée par le jaune d'œuf. Matériel fixé.

La figure 121 nous représente encore quelques noyaux de la partie postérieure de la larve.

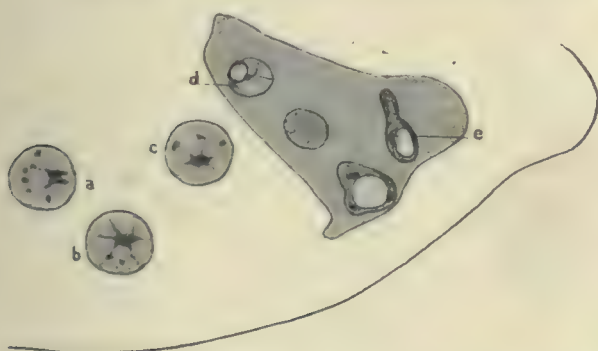


Fig. 121. — Des noyaux du mésenchyme d'une larve de *Paracentrotus* suralimentée par le jaune d'œuf. Matériel fixé.

Le plus distalement il y a une masse plasmatique à quatre noyaux; le noyau *d* se prépare évidemment à un bourgeonnement; de même, le noyau *e*. Les quatre noyaux de la masse plasmatique sont beaucoup plus petits que le noyau de la figure 120 *c*. Il est probable qu'ils sont les produits d'un bourgeonnement.

On voit, en outre, dans la figure trois noyaux mésenchymateux ordinaires que nous avons déjà décrits plus haut (p. 95). Ils enferment un caryosome étoilé plus ou moins grand et des structures filamenteuses

sur lesquelles reposent les granules basophiles.

La figure 122 donne encore quelques noyaux du mésenchyme d'une partie plus proximale que dans le cas précédent. Il y a un noyau à structure bipolaire *d*; les noyaux *b* et *c* présentent deux stades de clivage. Le dernier est fortement resserré dans le milieu.

L'ectoderme de la partie postérieure ne présente pas de subdivision des noyaux; ceux-ci ne sont pas fortement colorés, bien que la quantité des substances qu'ils con-

tiennent soit augmentée. Ce fait parle en faveur de l'idée qu'il y a une émigration de cellules mésenchymateuses dans l'ectoderme; à la suite de la suralimentation, l'intensité de la subdivision des noyaux augmente. Si la multiplication se fait normalement dans l'ectoderme de la partie postérieure, une subdivision intense s'y produirait sous l'effet de la suralimentation. Nous venons de constater que la division se réalise uniquement dans le mésenchyme. Normalement, il en doit être de même; mais, les phénomènes de la multiplication se produisant avec une grande rapidité, il est difficile de les mettre en évidence sous des conditions ordinaires. Il n'est pas douteux, d'après nos observations, que la subdivision des noyaux mésenchymateux ne se réalise en général par l'amitose ou par le bourgeonnement, également sous des conditions normales.

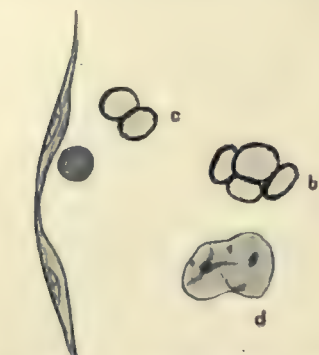


Fig. 122. — Des noyaux du mésenchyme d'une larve de *Paracentrotus* suralimentée par le jaune d'œuf. Matériel fixé.

Si les noyaux ectodermiques de la partie postérieure de notre larve restent inactifs, il n'en est pas de même des noyaux de la partie antérieure de la paroi aborale. Dans quelques cas on y observe la formation d'un caryosome fortement basophile (fig. 23, le noyau *a*). Ces noyaux peuvent se subdiviser de manière directe, on le voit en *b* dans notre figure. Il y a autour du caryosome central un espace enchylématique entouré périphériquement d'une partie plus dense. La figure nous présente, en outre, un noyau *c* de la partie postérieure de la larve. On n'y voit pas de caryosome central. Tout le noyau est constitué comme la partie périphérique des autres noyaux de la figure.

En ce qui précède, nous avons déjà présenté les résultats de la suralimentation sur l'intestin moyen d'une larve plus avancée que celle du cas précédent. Il y a, en effet, beaucoup de ressemblance entre le mode de subdivision trouvé dans certains noyaux de la figure 29 et celui constaté dernièrement dans le mésenchyme. Dans les deux cas, les structures basophiles se condensent dans la périphérie du noyau; il y a eu un bourgeonnement.

Dans la larve de la figure 29, la multiplication s'est concentrée surtout dans l'intestin moyen et, dans celui-ci, surtout dans les parties latérales. Par contre, dans le mésenchyme, la multiplication n'est pas évidemment très accélérée dans ce cas.

Une comparaison avec le cas des figures 120-123 rend ces faits assez significatifs. Chez cette larve, d'un stade plus jeune, les divisions sont moins nombreuses dans l'intestin moyen; par contre, on trouve dans le mésenchyme un grand nombre de noyaux en train de se subdiviser. Ce n'est pas, par suite, seulement la nutrition qui détermine la division. Il y a, en outre, des facteurs de la corrélation qui localisent la multiplication des noyaux, tantôt dans une partie, tantôt dans l'autre partie de la larve.

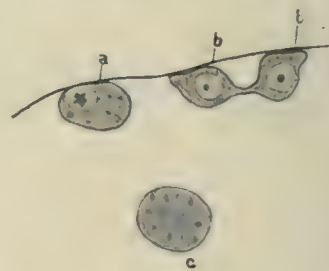


Fig. 123. — Des noyaux de la paroi ectodermique d'une larve de *Paracentrotus* suralimentée par le jaune d'œuf. Matériel fixé.

RÉSUMÉ DES ÉTUDES DE L'EFFET DE LA SURALIMENTATION. — *La suralimentation par la crème favorise surtout la formation des substances des vacuoles pigmentaires. La suralimentation par le jaune d'œuf augmente la quantité des granules jaunâtres dans le mésenchyme et dans l'ectoderme aboral. En outre, il y a eu une augmentation des substances basophiles dans les noyaux amenant souvent une vive multiplication de ceux-ci.*

III. — L'EFFET DE LA RÉSORPTION DE COLORANTS ET DE L'ENCRE DE CHINE.

Nous avons ajouté à l'eau de mer du bleu de méthylène, du carmin ou de l'encre de Chine. Nous avons cherché à arriver, par ces expériences, à des conclusions : 1^o sur le transport des substances dans la larve ; 2^o sur la résorption de la part du noyau ; 3^o sur l'excrétion. Le bleu de méthylène arrive dans la larve par diffusion. Il colore différentes enclaves des cellules. Si l'on transporte les larves dans l'eau de mer pure, elles se décolorent lentement ; la coloration persiste le plus longtemps dans l'intestin postérieur. Il y a lieu probablement à une concentration du colorant dans cet organe. La question était de grand intérêt d'examiner s'il y a une résorption du colorant dans le noyau. L'observation en est extrêmement difficile. Dans quelques cas, nous avons pu voir distinctement quelques grains de bleu de méthylène dans l'intérieur du noyau. Ils étaient arrangés autour du caryosome étoilé. Dans le plasma le colorant est en général rattaché à des granules ; mais on voit en outre des vacuoles qui tiennent le colorant en solution. Ces observations indiquent que le bleu de méthylène passe par le noyau dans l'intestin postérieur. Dans quelques cas, nous avons observé du bleu de méthylène également dans les noyaux du mésenchyme. La coloration par le bleu de méthylène a des suites délétères pour les larves ; il pourrait s'agir d'un état pathologique dans les cas de la coloration du noyau. D'autre part, on se demande pourquoi les noyaux de l'intestin postérieur et ceux de certaines cellules mésenchymateuses se colorent plus vite que d'autres noyaux.

La larve refuse de prendre le carmin, ainsi que l'encre de Chine ; les particules de ces matières qui arrivent dans l'intestin moyen sont attachées probablement aux particules de la nourriture. De cette façon, elles peuvent être résorbées par les cellules de l'intestin moyen et sont transportées ensuite dans le mésenchyme. Nous avons pu constater des particules d'encre de Chine, même dans les épaulettes. Il est évident qu'il doit exister des communications plasmatiques entre les cellules de l'intestin moyen et les épaulettes.

A l'alimentation par le carmin nous avons observé quelquefois une résorption de cette matière de la part des noyaux de l'intestin moyen. On voit alors les nucléoles colorés par le carmin. Il en résulte que les noyaux de l'intestin moyen possèdent la faculté de dissoudre les particules du carmin. Le colorant est déposé dans les nucléoles ; il en est probablement de même avec les substances nutritives résorbées.

Sous l'effet de la résorption du carmin ou de l'encre de Chine, des agglutinations grasses se forment dans les cellules mésenchymateuses. C'est là, évidemment, un effet qui se produit sous des conditions les plus différentes, mais qui sont, en quelque sorte,

délétères. En même temps les noyaux grandissent. On se demande si l'agrandissement des noyaux est la conséquence des agglutinations, ou bien si les agglutinations suivent l'agrandissement des noyaux. En général, le premier cas doit être réalisé. Sous l'effet de l'alimentation par le carmin ou l'encre de Chine, nous avons vu pourtant un agrandissement primaire du noyau; on voit, dans ces cas, des particules des matières mentionnées qui sont situées dans le plasma tout près du noyau.

Nous avons constaté, dans plusieurs cas, une formation de granules dans les noyaux. La figure 124 *a* nous en donne un cas extrême; elle représente une cellule mésenchymateuse d'une larve d'*Echinus* dont la nourriture avait été mêlée avec des particules de

carmin. On observe quelques petites agglutinations dans le plasma. Dans le centre de la cellule il y a un noyau géant bourré de granules. On voit, dans la figure, trois caryosomes étoilés. En changeant la mise au point de

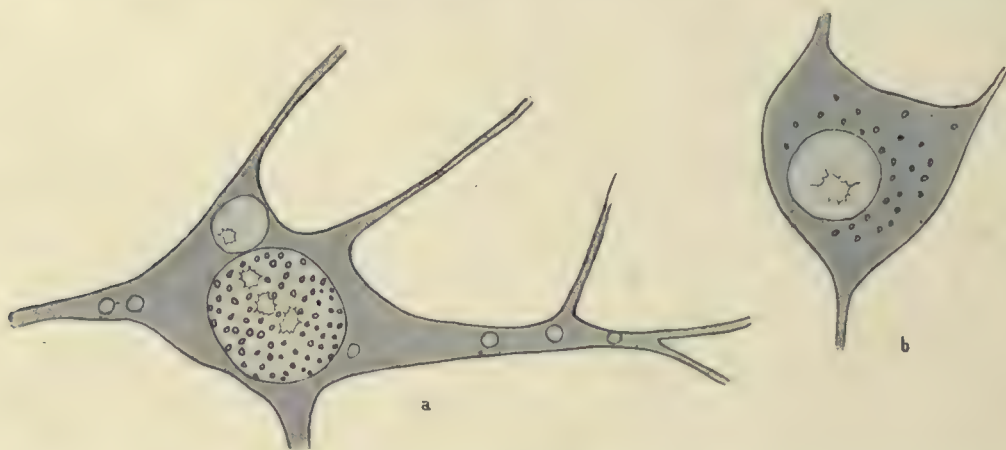


Fig. 124. — *a, b*. Des cellules mésenchymateuses d'une larve d'*Echinus* après la résorption de particules de carmin. Matériel vivant.

la lentille, on en découvrit encore deux ou trois. Tout près du noyau géant, il y a un noyau d'une grandeur plus normale qui n'a pas pourtant la forme étoilée. Dans ce noyau il n'y a qu'un seul caryosome étoilé.

Le noyau géant rappelle, par son contenu en granules, les noyaux mésenchymateux de *Paracentrotus*. Dans notre cas, les granules sont pourtant d'une grandeur extraordinaire. Ceux-ci sont évidemment les produits d'une synthèse dans le noyau des substances dérivant du protoplasma. L'émission normale des substances est évidemment supprimée par l'arrondissement du noyau. On se demande si les granules se forment exclusivement aux dépens des composants de la nourriture résorbée par l'intestin? L'aspect que présente le protoplasma de la cellule indique déjà qu'il s'y est produit certains changements: il est plus hyalin, plus liquide que d'ordinaire. Évidemment, le protoplasma a perdu quelques substances qui le rendent ordinairement plus dense. On pense tout de suite aux lécithines dont la liquéfaction déforme en général les cellules. On verra cette idée confirmée. Le changement du protoplasma décrit doit être également la cause de l'agglutination des noyaux; normalement, il existe une répulsion des noyaux, nous l'avons constaté; cette répulsion cesse à la suite du changement du protoplasma. Il est fort possible que le noyau géant est un produit de fusionnement de plusieurs noyaux. Le noyau géant est évidemment de nature polyénergique d'après la terminologie de HARTMANN (1909). Autrement

chaque noyau ne contient qu'un seul caryosome; il est alors probable que les caryosomes représentent chacun son noyau. Nous n'avons pu suivre le développement ultérieur du noyau géant; peut-être qu'il a pu se reconstituer, dans la suite, un nombre de noyaux correspondant à celui des caryosomes. Les granules peuvent échapper du noyau; cela est évident d'après la figure 124 *b*; on y voit également un noyau arrondi assez grand, libre de granules; mais il y en a en grand nombre tout autour dans le plasma. Nous n'avons pas observé le phénomène de l'expulsion; mais il doit s'agir d'un procédé comme dans le cas de *Paracentrotus*: disparition de la membrane, émission des granules, reconstitution de la membrane. Nous n'avons pas observé de noyaux étoilés dans notre larve; par là, il est moins probable que les noyaux prennent la forme étoilée en rapetissant; en outre, le grand nombre de granules doit rendre plus difficile l'expulsion par les processus d'un noyau étoilé; enfin, la position d'un grand nombre de granules tout autour du noyau fait croire que les granules ont été expulsés simultanément. Nous avons vu d'ailleurs les gastrulas dérivant des œufs d'un stade avancé de maturité présenter des noyaux dont la membrane a disparu à l'expulsion des enclaves (voir p. 78). Il résulte que le mécanisme de l'expulsion peut se servir de moyens différents, suivant les conditions, pour arriver au même résultat.

Les granules des noyaux se produisent sans doute aux dépens des substances que perd le protoplasma. Il résulte d'une épreuve par l'acide osmique, précédée d'un traitement par l'acétone, que les enclaves des noyaux comme ceux de notre figure doivent se composer de lécithines. Ces substances ont été combinées probablement d'abord avec des substances du protoplasma, peut-être de nature albumineuse. Ensuite, une séparation des substances combinées s'est réalisée.

Une séparation semblable s'est observée dans un cas qui n'appartient pas à ce chapitre; mais nous allons le mentionner en peu de mots: une infection par un microorganisme non déterminé s'était produite dans la partie postérieure d'une larve opérée de *Paracentrotus*. Un certain nombre de cellules mésenchymateuses se sont agglutinées; il ne reste aucune trace d'une limitation en cellules, comme on voit dans la figure 125. Outre des cellules mésenchymateuses, des cellules détachées de l'intestin moyen peuvent participer à la formation du syncytium. Dans le plasma très mobile se trouve nombre de grands noyaux. On voit, en outre, de nombreux granules répartis d'une manière assez uniforme dans la masse plasmatique. Ces granules représentent un aspect identique à celui des granules observés dans les noyaux de la figure 124. Les granules ont été préparés dans le noyau et ils ont été expulsés ensuite dans le plasma; ou bien ils se sont formés « *in loco* ».

Notre observation sur la formation d'un syncytium rappelle les résultats de METSCHNIKOFF (1883) chez *Bipinnaria asterigera*.

Il est bien intéressant de considérer à cet endroit un travail de HAMMAR (1912). Cet auteur trouve une formation de granules lipoides dans les globules blancs du sang con-

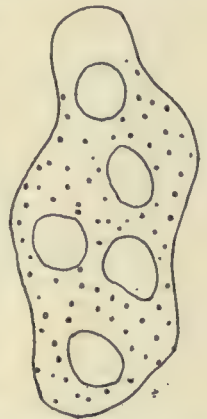


Fig. 125. — Syncytium composé d'éléments mésenchymateux auxquels se sont ajoutées quelques cellules de l'intestin moyen. L'effet de l'infection. *Paracentrotus*. Matériel vivant.

servés pendant quelque temps hors du corps. Dans plusieurs cas, des granules pareils s'observent même sous des conditions normales. C'est évidemment le même phénomène que nous venons de décrire chez la larve de l'Oursin. HAMMAR désigne le phénomène du nom très significatif d'*autolyse prémortale*; ce nom s'applique bien aux phénomènes décrits souvent dans ce travail de la séparation de graisses ou de lipoides du plasma. HAMMAR suppose que le phénomène mentionné se produit sous l'effet d'une action fermentative.

L'agglutination de substances se produit également à la suite de l'inanition, nous l'avons constaté. Les substances séparées du plasma peuvent se décomposer plus ou moins.

Si la décomposition n'est pas très avancée, les substances sont résorbées souvent par le noyau; elles s'y déposent. Ensuite, une décomposition peut se produire de ces substances entre le noyau; il en résulte la dégénération de celui-ci, un cas observé souvent sous l'effet de l'inanition. Des noyaux dégénérés s'agglutinent entre eux et avec des particules du protoplasma. Les agglutinations des substances grasses peuvent être transformées en pigment: nous l'avons constaté. La question reste ouverte de savoir si les noyaux du mésenchyme non pigmentaire peuvent transformer également les substances grasses d'une décomposition avancée. On peut observer des noyaux attaquant les agglutinations dans le plasma; mais il n'était pas toujours possible de faire des conclusions, d'après le matériel vivant, sur la nature de ces agglutinations. Pourtant, les noyaux entourés des agglutinations grasses dégénèrent en général sous peu; mais, d'autre part, il est possible que les noyaux puissent résorber les substances grasses agglutinées en des quantités pas trop grandes. Les agglutinations peuvent se composer peut-être également de substances d'une condensation plus haute que les graisses, par exemple des lécithines. Celles-ci sont résorbées sans doute par les noyaux des cellules non pigmentaires.

RÉSUMÉ DES EXPÉRIENCES SUR L'ALIMENTATION PAR DES COLORANTS ET PAR L'ENCRE DE CHINE. — *A la décoloration, le bleu de méthylène se concentre surtout dans l'intestin postérieur. En quelques cas, des grains du colorant ont été observés dans les noyaux de cet organe, ainsi que dans ceux du mésenchyme. Le carmin et l'encre de Chine sont transportés dans l'intestin par les cellules mésenchymateuses; on en trouve enfin dans presque toutes les cellules de la larve. A la suite de l'alimentation par le carmin et l'encre de Chine, des noyaux géants se produisent quelquefois. Discussion du mode de leur formation.*

IV. — LA RÉGÉNÉRATION.

Le phénomène de la régénération ne sera considéré qu'au point de vue intéressant les problèmes déjà étudiés dans ce qui précède. Nous avons découpé un morceau plus ou moins grand de la partie postérieure de la larve. Il est évident que l'opération provoque des changements très prononcés de l'échange des matières dans la larve.

Une comparaison entre le contrôle et les larves opérées donne le résultat suivant: dans l'intestin moyen des dernières, il y a de nombreuses vacuoles, grandes, d'une couleur faible, jaunâtre; à côté de ces vacuoles, on voit de petits granules également jaunâtres; dans le contrôle, les vacuoles sont incolores, pas très grandes et moins nombreuses; les

granules sont d'un jaune plus foncé. Souvent l'intestin moyen se contracte à la suite de l'opération : les cellules deviennent plus cylindriques. Le plasma des cellules mésenchymateuses voisines de l'intestin moyen se concentre en général en des masses plus grandes que d'ordinaire autour des noyaux. Par contre, dans la partie postérieure de la larve, on voit souvent un réseau très compliqué de tractus. Les vacuoles pigmentaires sont transportées, en général agglutinées en des masses denses, dans le réseau des tractus. On peut voir, en outre, des vacuoles singulières dans le mésenchyme. Évidemment, les substances des vacuoles pigmentaires se consomment pour donner du matériel à la régénération.

La figure 126 représente une cellule mésenchymateuse voisine de l'intestin moyen d'une larve opérée (espèce : *Echinus*) ; la masse plasmatique entourant le noyau *n* est plus grande que dans les cas normaux. On voit trois sortes de vacuoles dans le plasma : 1^o des vacuoles grandes, *v* ; celles-ci sont colorées comme les vacuoles de l'intestin moyen, mais d'une nuance un peu plus foncée ; les vacuoles sont en outre quelque peu moins grandes que les vacuoles de l'intestin ; 2^o des vacuoles petites, incolores, *v'* ; 3^o des vacuoles rouges, *v*², accolées souvent aux vacuoles incolores ; les troisièmes vacuoles représentent sans doute les restes des cellules pigmentaires résorbées.

Le noyau a très souvent une forme plus ou moins arrondie à membrane unie. Dans le milieu du noyau, se voit un caryosome ou nucléole ; autour de celui-ci, des granules sont visibles.

L'expulsion des granules formés dans l'intérieur du noyau s'étudie bien dans la partie postérieure de la larve où émigrent petit à petit les cellules mésenchymateuses. Dans la figure 127, la cellule *e* appartient à l'ectoderme ; celle-ci est en communication plasmatique large avec la cellule mésenchymateuse *m* ; la dernière présente un noyau allongé, mais à membrane unie ; il s'accole d'un côté à une vacuole jaunâtre. Tout d'un coup on voit le noyau rapetisser en prenant la forme étoilée. En même temps, les granules contenus dans le noyau sont expulsés dans le plasma. Les figures 127 *b*, *c*, *d*, donnent en outre la même cellule mésenchymateuse sous quelques phases différentes de la transformation du noyau ; en *b*, on voit le petit noyau étoilé *n* se rapprocher d'une vacuole incolore ; il y a, en outre, plusieurs vacuoles et granules dans le plasma ; dans la figure *c*, on voit le noyau agrandi de nouveau ; il y a des granules dans l'intérieur ; enfin, le noyau prend de nouveau la forme étoilée en émettant les granules, *d*.

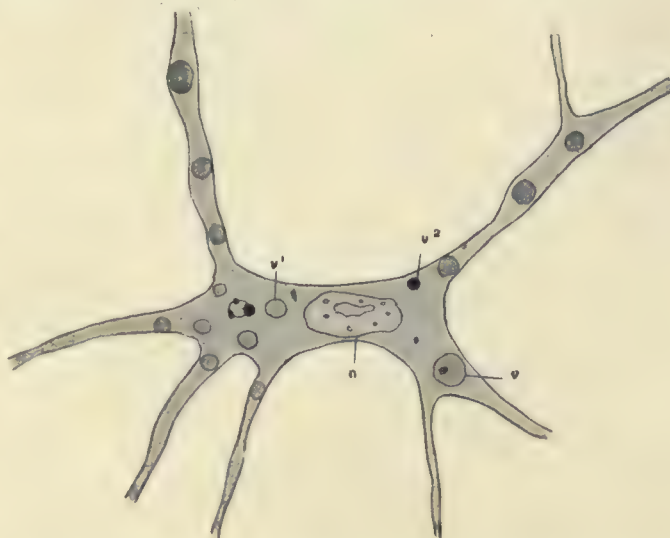


Fig. 126. — Une cellule mésenchymateuse située près de l'intestin d'une larve d'*Echinus* dont la partie postérieure en régénération. Matériel vivant.

L'activité des noyaux mésenchymateux est plus vive que d'ordinaire, la production des petits granules réfringents typiques est intense. La séparation d'une phase d'agrandissement et d'une phase de rapetissement du noyau est plus distincte que d'ordinaire.

Une question se pose : d'où provient le matériel employé à la formation plus intense des granules jaunâtres ? La nutrition n'est pas plus forte que d'ordinaire. Rappelons d'abord que les vacuoles pigmentaires se consomment en grande partie. Mais nous avons observé encore quelques particularités de la larve : la formation des vacuoles plus grandes et en nombre plus grand que d'ordinaire : ces vacuoles ont présenté, en outre, une coloration faible. Vu encore la concentration du plasma autour du noyau des cellules mésenchymateuses voisines de l'intestin, nous nous sommes formé l'idée suivante : il se produit dans l'intestin moyen, ainsi que dans les cellules mésenchymateuses mentionnées, une

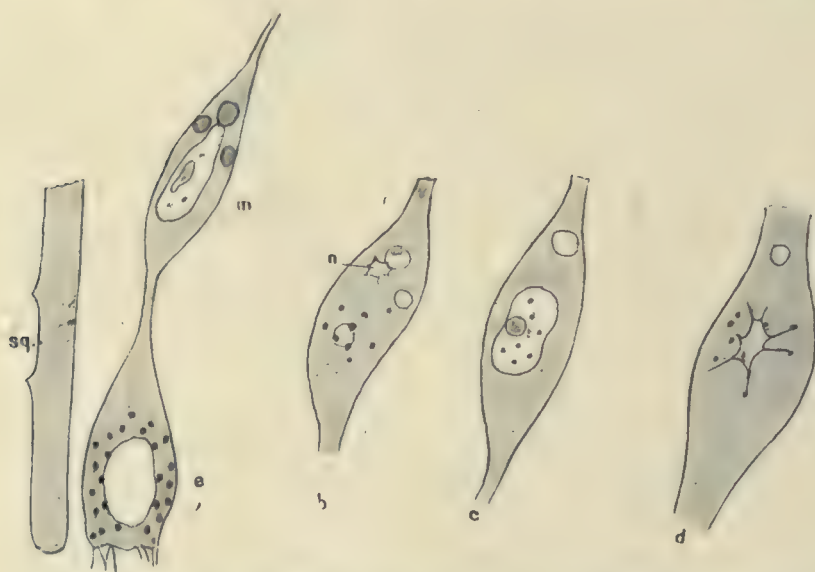


Fig. 127. — Une cellule mésenchymateuse *m*, en communication avec une cellule ectodermique *c*, d'une larve d'*Echinus* dont la partie postérieure est en régénération ; *b*, *c*, *d*, la transformation du noyau de la même cellule mésenchymateuse. Matériel vivant.

condensation sur la surface des lécithines séparées du protoplasma ; les vacuoles se colorent intensément par « le neutralrot ». Normalement, il n'en est pas ainsi pour les vacuoles libres de granules. Les vacuoles jaunâtres se transportent vers la partie postérieure de la larve. Elles donnent ici le matériel pour la transformation et la multiplication. En dehors du transport de la nourriture résorbée dans l'intestin moyen, des substances séparées du protoplasma sont transportées des parties différentes dans l'endroit de la régénération ; de cette façon, le protoplasma devient plus liquide dans les parties de la larve éloignées de l'endroit de la régénération ; il en résulte une concentration du protoplasma autour du noyau des cellules mésenchymateuses, ainsi que dans les cellules de l'intestin moyen.

Nous avons traité des larves régénérant leur partie postérieure par l'acide osmique. Dans certains noyaux de l'intestin moyen, une partie du nucléole est noircie.

séparation des lécithines du protoplasma ; nous avons étudié ce phénomène déjà dans le chapitre précédent ; il résulte du phénomène mentionné une concentration du plasma autour du noyau, comme nous l'avons observé en effet également dans le cas de la régénération. Mais, dans ce dernier cas, la séparation est évidemment moins intense ; les noyaux grandissent, mais ils subissent un rapetissement périodique en émettant des granules. La couleur jaune des vacuoles résulte probablement d'une

En d'autres noyaux, il y a seulement quelques granules noircis. Une transformation de graisses se réalise probablement dans les noyaux de l'intestin moyen. Dans les noyaux du mésenchyme on voit souvent des granules colorés en brunâtre; ceux-ci ne se dissolvent pas par l'acétone. Ils sont plus nombreux dans la partie postérieure et correspondent évidemment aux granules réfringents jaunâtres du matériel vivant. La transformation des graisses paraît plus vive que d'ordinaire. Les graisses se forment probablement en partie aux dépens du plasma des cellules. Elles sont synthétisées dans les noyaux.

Évidemment, le phénomène de la séparation des lécithines et des graisses du protoplasma représente un phénomène de première importance; nous l'avons vu en ce qui précède en des degrés les plus différents.

Une immigration des cellules mésenchymateuses dans l'ectoderme se réalise dans la partie postérieure de la larve opérée. On voit des cellules mésenchymateuses y émigrer. En plusieurs cas, les cellules mésenchymateuses disparaissent de plus en plus; en même temps, la partie ectodermique croît considérablement. L'accroissement se fait évidemment aux dépens des cellules mésenchymateuses. Ce fait confirme à un certain degré l'idée d'une immigration des cellules mésenchymateuses dans l'ectoderme sous des conditions normales.

RÉSUMÉ DES ÉTUDES SUR LA RÉGÉNÉRATION. — *L'opération d'une partie de la larve amène une altération de l'échange des matières même en des parties éloignées de l'endroit de l'opération. Il se réalise une séparation de substances, probablement des lécithines du protoplasma. Celles-ci sont transportées dans l'endroit de la régénération. A la régénération de la partie postérieure de la larve, une immigration des cellules mésenchymateuses dans l'ectoderme se réalise.*

V. — L'INFLUENCE DE L'EAU DE MER EXEMPTÉ DE POTASSIUM (1).

L'étude des larves de *Paracentrotus* plongées dans l'eau de mer exempte de potassium nous a fourni quelques résultats utiles sur nos problèmes. En ralentissant certains phénomènes, ce traitement les rend plus nets. On ne trouvera alors que la confirmation des résultats déjà décrits.

La figure 128 *a* représente un syncytium mésenchymateux. Les tractus se sont raccourcis; les cellules, si on peut en parler, ne sont séparées qu'incomplètement par des fissures peu profondes. Les noyaux présentent quelques types différents. Le noyau *n* présente un caryosome étoilé d'où on voit très nettement sortir les filaments. Il y a des granules éparpillés le long des filaments. Dans le noyau *n'*, les filaments ne se voient pas aussi nettement; les granules sont plus ramassés vers le caryosome. Le noyau *n*² présente un caryosome très grand, gonflé. Pourtant il n'est pas possible de dire, d'après le matériel vivant, s'il s'agit vraiment, dans notre cas, d'un caryosome. Un noyau s'est reconstitué peut-être dans l'intérieur avant la disparition de la membrane.

La figure 128 *b* représente deux cellules mésenchymateuses apparemment bien

(1) Je dois à M. le Professeur CURT HERBST l'idée des expériences avec l'eau de mer exempte de potassium.

séparées. Elles sont dans la réalité réunies par une partie plasmatique commune. Dans l'une des cellules *c*, se voit un noyau ressemblant tout à fait à un cas repré-

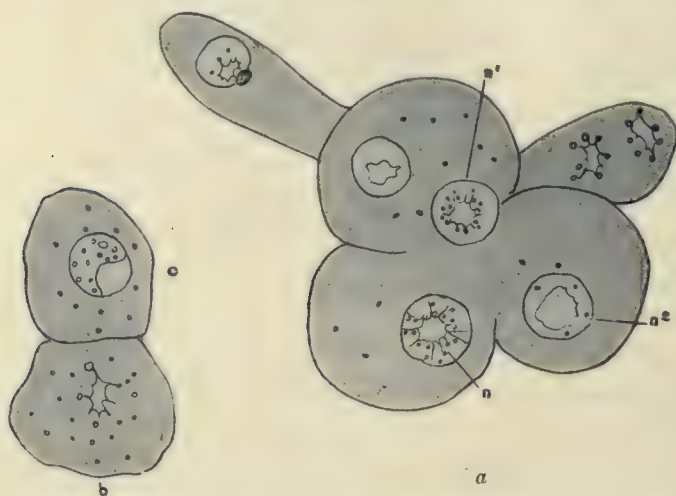


Fig. 128. — Deux syncytiums d'une larve de *Paracentrotus* plongée dans l'eau de mer artificielle, libre de potassium. Matériel vivant.

senté dans la figure 119 ; le même effet s'est produit à la suite de la suralimentation par le jaune d'œuf. On voit dans le noyau deux parties séparées par une membrane : l'une granuleuse, l'autre hyaline. Évidemment le noyau intérieur s'est déjà formé, bien que la membrane extérieure ne soit pas encore disparue. La raison de cet état de choses doit être la même que dans le cas de la suralimentation : une certaine raideur du protoplasma empêche le gonflement de la partie granuleuse du noyau. HERBST (1904) suppose que le potassium joue un rôle pour l'état de gonflement, par l'eau, des parties de la cellule. Les ions de potassium absents, il entre évidemment une sorte de raideur du protoplasma : nous en avons un exemple très frappant dans la figure 129. Celle-ci représente une cellule de la paroi ectodermique aborale. La cellule présente des tractus absolument raides et immobiles. Des changements de la forme ne se sont pas réalisés pendant une observation prolongée. Il s'agit évidemment des conditions altérées de l'état de l'imbibition du protoplasma par l'eau. En l'absence de potassium, l'eau doit être liée très fortement au plasma. De cette façon, des changements de la concentration de l'eau dans de différentes parties de la cellule sont rendus difficiles ou impossibles. Ces changements jouent un rôle important dans les phénomènes cellulaires. Par la fixation de l'eau, le gonflement du noyau ne se réalise pas ; par suite, le procédé de la dissolution de la membrane se ralentit. Dans le cas de la suralimentation, le facteur n'était pas très différent : l'eau doit être fixée dans le plasma par la grande quantité de substances y ramassées qui s'imbibent de l'eau. Dans les figures 128 *a* et *b*, on voit également plusieurs noyaux étoilés. Cette forme du noyau n'est pas très répandue dans le mésenchyme et l'ectoderme des larves normales de *Paracentrotus* au stade correspondant. La forme en question doit être favorisée par l'état altéré du plasma.

La figure 130 représente enfin des cellules isolées de l'intestin postérieur. Cette

senté dans la figure 119 ; le même effet s'est produit à la suite de la suralimentation par le jaune d'œuf. On voit dans le noyau deux parties séparées par une membrane : l'une granuleuse, l'autre hyaline. Évidemment le noyau intérieur s'est déjà formé, bien que la membrane extérieure ne soit pas encore disparue. La raison de cet état de choses doit être la même que dans le cas de la suralimentation : une certaine raideur du protoplasma empêche le gonflement de la partie granuleuse du noyau. HERBST (1904) suppose que le potassium joue un rôle pour l'état

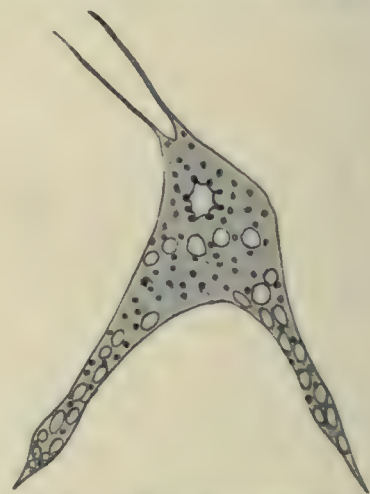


Fig. 129. — Une cellule ectodermique d'une larve de *Paracentrotus*, plongée dans l'eau de mer artificielle libre de potassium. Matériel vivant.

figure donne des renseignements très utiles sur le mécanisme de l'expulsion. Des granules se forment dans les noyaux. Enfin, une partie granuleuse et une partie hyaline se séparent par une membrane. La membrane qui limite la partie granuleuse vers le plasma disparaît. Les granules arrivent de cette façon dans le plasma. Dans les noyaux *a*, *b* et *c*, la partie granuleuse est apposée en forme de croissant à la partie hyaline. Le noyau *a* fait paraître distinctement les granules singuliers. Par contre, dans les noyaux *b* et *c*, les granules se sont agglutinés en une masse qui paraît presque homogène. Le croissant se détache *in toto* (voir le noyau *d*). Le noyau *e* présente une forme étoilée; de nombreux granules se trouvent tout près du noyau. Ces granules résultent peut-être d'une désagrégation d'un croissant détaché. Le noyau *b'* présente un intérêt particulier. Le noyau contient des granules périphériques. A les voir superficiellement, on dirait qu'ils sont en train de pénétrer la membrane. Une observation plus soignée fait remarquer que les granules sont situés entre deux membranes. Il était impossible pourtant de déterminer si la membrane était double tout autour ou seulement autour des granules.

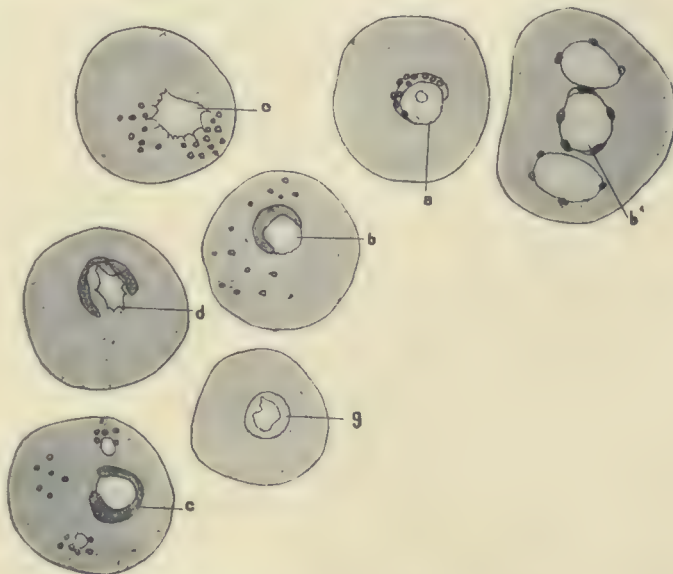


Fig. 130. — Des cellules de l'intestin postérieur d'une larve de *Paracentrotus*, plongée dans l'eau de mer artificielle libre de potassium.

Le cas des noyaux *a*, *b*, *c* et *d* de notre figure se rapproche beaucoup de celui du noyau *e* de la figure 35. Seulement, chez le dernier, la partie granuleuse est relativement plus grande; les granules sont moins ramassés. Cette différence est due sans doute aux conditions expérimentales du cas de la figure 130.

L'accord des deux cas mentionnés dernièrement nous a amené déjà plus haut (p. 63) à supposer que le procédé d'expulsion décrit chez *Echinus* se retrouve également chez *Paracentrotus*.

Les cellules pigmentaires se comportent d'une manière assez particulière chez les larves plongées dans l'eau de mer exempte de potassium. Les cellules se contractent en forme de pelote. La surface se trouve en une rotation constante et assez rapide; mais les cellules n'émettent pas de pseudopodes. Il a résulté de la figure 84 que le mouvement des cellules pigmentaires se compose de deux moments : 1° une circulation de la couche superficielle; 2° l'émission d'un pseudopode. Le dernier phénomène ne se réalise pas chez les larves plongées dans l'eau de mer exempte de potassium.

mènes cellulaires se ralentissent; par ceci le mécanisme de l'expulsion des enclaves du noyau peut être démontré avec une netteté plus grande que d'ordinaire, où les mêmes phénomènes s'accomplissent d'une manière plus rapide. Les cellules mésenchymateuses se rapprochent souvent de manière à effacer les limitations en cellules.

C. — RÉSUMÉ ET DISCUSSION

I. — LA MORPHOLOGIE ET LA DIFFÉRENCIATION DU NOYAU EN REPOS.

Les études sur le matériel vivant nous ont permis souvent de pénétrer dans la morphologie du noyau en repos de nos objets. Les études sur le matériel fixé complètent les résultats de l'étude du vivant.

D'abord, la forme extérieure du noyau doit s'étudier sur le matériel vivant; les changements qui se produisent à la suite de la fixation sont, à cet égard, considérables. Nous avons distingué trois catégories de noyaux par rapport à la forme extérieure: les noyaux arrondis, les noyaux lobés et les noyaux étoilés. Le même noyau peut avoir des formes différentes suivant son état physiologique. Le catalogue suivant nous résume les résultats pour les catégories différentes des noyaux étudiés.

Catalogue des formes des noyaux des différentes parties des larves examinées.

L'intestin moyen. — Chez *Echinus*, les noyaux sont presque toujours étoilés; dans les stades plus avancés, certains noyaux s'arrondissent peut-être dans l'état de grandeur maximum.

— Chez *Paracentrotus*, les noyaux prennent en rapetissant la forme étoilée. Autrement les noyaux sont arrondis. Dans les stades plus avancés, tous les noyaux sont de forme arrondie.

L'intestin postérieur. — *Echinus*. Les noyaux ont, en général, la forme étoilée; ces noyaux s'arrondissent parfois en agrandissant.

— *Paracentrotus*. Les noyaux, le plus souvent arrondis, ont quelquefois une forme étoilée.

Le mésenchyme nutritif. — *Echinus*. En général, les noyaux sont étoilés. Moins souvent on observe également des noyaux plus grands et arrondis. Sous certaines conditions anormales (par exemple à la suite de l'alimentation par le carmin), la forme arrondie prédomine.

— *Paracentrotus*. Normalement, les noyaux présentent la forme arrondie ou légèrement lobée. La forme lobée n'a rien de constant; les noyaux émettent des pseudopodes larges qui se rétractent plus ou moins vite.

Le mésenchyme squelettogène. — *Echinus*. Dans les premiers stades du développement (la gastrula, le pluteus de trois jours), les noyaux ont des formes variables :

ils sont grands et arrondis ou petits et de forme étoilée. Dans les stades plus avancés, les noyaux des cellules squelettogènes ont toujours la forme arrondie et sont d'une grandeur fixe.

— *Paracentrotus* s'accorde complètement, à l'égard du mésenchyme squelettogène, avec l'*Echinus*.

Les cellules pigmentaires. — *Echinus*. Les noyaux ont la forme étoilée ou la forme arrondie, suivant les conditions physiologiques.

— *Paracentrotus* s'accorde avec *Echinus* en ce qui concerne les cellules pigmentaires.

Les bandes ciliaires. — *Echinus*. Les noyaux ont toujours la forme arrondie et ils sont de grandeur constante.

— *Paracentrotus*. La forme des noyaux est la même que celle trouvée chez *Echinus*.

La paroi ectodermique aborale. — *Echinus*. Dans les premiers stades du développement larvaire, les noyaux ont la forme étoilée. Dans la suite, les noyaux s'arrondissent pour prendre plus tard la forme lobée.

— Chez *Paracentrotus*, les noyaux s'arrondissent dans un stade plus jeune que chez *Echinus*.

La paroi ectodermique orale. — *Echinus*. Les noyaux ont la forme lobée.

— *Paracentrotus*. Les noyaux ne diffèrent pas de ceux d'*Echinus*.

La forme arrondie prédomine chez *Paracentrotus*, tandis que la forme étoilée est plus répandue chez *Echinus*. On voit pourtant que le même noyau prend tantôt une forme, tantôt l'autre, suivant les conditions physiologiques.

Les noyaux des cellules squelettogènes dans les stades plus avancés et ceux des cellules des bandes ciliaires forment une catégorie bien tranchée : elles ont des noyaux de grandeur à peu près constante et de forme toujours arrondie.

La fixation altère la forme des noyaux étoilés ; ceux-ci s'arrondissent plus ou moins. Dans quelques cas rares, on observe, dans les préparations, des noyaux avec quelques plis anguleux de la membrane ; ceux-ci donnent une idée assez incomplète de la forme du noyau vivant.

La forme lobée se conserve mieux ; il en est ainsi surtout avec les noyaux de la paroi orale ; ceci est en rapport avec la densité assez grande du contenu de ces noyaux.

La forme arrondie se conserve par la fixation.

Pour comprendre la forme du noyau, il faut considérer la nature de la membrane nucléaire. Les idées des savants sont assez divergentes sur ce point. D'aucuns contestent l'existence d'une véritable membrane (dernièrement ALBRECHT, 1903) ; d'autres, comme MARCUS (1907), plaident pour une « membrane solide, probablement élastique ».

Nous sommes d'accord avec LUNDEGÅRDH (1910) qui met la membrane nucléaire en comparaison avec la membrane de précipitation de TRAUBE ou avec la membrane de peptone de METCALF.

En effet, d'après toutes nos observations, la membrane doit être chez nos objets

une formation individualisée. Dans les préparations, la membrane se colore souvent par l'hématéine. La membrane n'a pourtant rien de constant; elle peut disparaître ou se reformer momentanément. Nous avons observé des contractions soudaines sans que la membrane se soit ratatinée (p. 86, fig. 58). Également, nous avons vu que le noyau peut gonfler énormément, sans que des déchirures de la membrane se produisent. Rappelons le cas des cellules de l'intestin moyen d'*Echinus* comprimées entre la lame et la lamelle (p. 11, fig. 6). Il est probable que la membrane est en équilibre avec l'intérieur du noyau; elle est formée suivant des forces capillaires (voir le théorème de GIBBS-FRENDLICH cité plus haut). Évidemment la membrane peut être plus ou moins prononcée chez des noyaux différents.

Le noyau possède une tension superficielle vers le plasma. Le noyau aurait, par suite, la forme arrondie, pour peu que la tension superficielle fût la même dans tout le pourtour du noyau. Dans le cas contraire, la forme lobée ou étoilée se produit. La première peut être plus ou moins constante : nous l'avons observé chez les noyaux du mésenchyme nutritif de *Paracentrotus*; les noyaux peuvent émigrer en émettant des lobes ou des pseudopodes éphémères; nous avons observé la migration vers les particules nutritives (par exemple la figure 64). Les lobes sont beaucoup plus constants chez les noyaux de la paroi orale. On peut distinguer ici, d'une manière plus ou moins nette, une certaine polarisation des noyaux. Ceux-ci sont allongés souvent dans une direction parallèle à l'axe longitudinal des bras. Des facteurs de nature chémo-tactique doivent jouer un rôle dans ce cas. En effet, les cellules émigrent dans la direction indiquée pour participer ou à la croissance de la bande ciliaire ou à celle de l'invagination échinienne. Des influences chémo-tactiques sur les noyaux sortent évidemment des endroits de la croissance. Ces influences doivent être d'autant plus fortes que les cellules en question ne sont pas complètement séparées (p. 123). Les noyaux de la paroi aborale prennent la forme lobée à des stades un peu variables. Le changement de la forme est en rapport avec un changement de l'activité physiologique de la cellule. A un stade coïncidant à peu près avec le premier développement du rudiment échinien, une liquéfaction des granules jaunâtres des cellules de la paroi aborale commence à se réaliser.

La forme lobée plus ou moins constante doit être assez répandue. L'exemple le plus connu est celui décrit par KORSCHOLT (1891 et 1896 *a, b*) chez les glandes de filage des larves de certains papillons. Des lobes de nature plus éphémère s'effacent probablement très souvent à la suite de la fixation.

Enfin, nous allons considérer la forme étoilée du noyau. Les processus des noyaux étoilés sont à regarder comme des pseudopodes très minces et effilés. Ils sont relativement constants, bien qu'ils changent très souvent de longueur. Les processus peuvent s'allonger soudainement et arrivent quelquefois à une longueur considérable. Souvent on voit le bout du processus s'apposer à un corpuscule dans le plasma. Il existe ici évidemment des rapports chémo-tactiques.

Nous avons déjà (p. 6) émis l'idée que les processus représentent des plis de la membrane nucléaire. On peut se figurer alors que les noyaux étoilés se forment des noyaux

arrondis par une contraction où une réduction correspondante de la membrane ne se réalise pas. Par ceci, il se produit un agrandissement considérable de la surface du noyau. Cet agrandissement de la surface est dû, probablement, à une réduction de la tension superficielle dans certaines parties du pourtour du noyau.

Il résulte comme probable de nos observations que les endroits d'une tension superficielle réduite sont les endroits d'un contact entre la membrane nucléaire et les bouts des filaments. Ceux-ci abaissent probablement en quelque sorte la tension superficielle. Des rapports chémotactiques existent entre les filaments et certaines substances dans le plasma. Nous avons observé que les filaments des noyaux sont très mobiles : ils sont dirigés probablement par le chémotactisme vers certains endroits de la membrane (voir, par exemple, la figure 115). Chez les noyaux étoilés, les filaments font saillir la membrane en processus effilés. Les derniers doivent contenir le bout plus ou moins allongé d'un filament. Nous avons énoncé cette idée déjà à propos de la figure 19. En outre, les granules se transportent évidemment le long des filaments dans les noyaux. Des circulations dans les filaments doivent jouer un rôle à cet effet. Comme on voit des granules se transporter dans les processus, il en résulte comme très probable que les derniers contiennent un filament.

Les noyaux étoilés peuvent s'arrondir subitement sous certaines conditions physiologiques. En général, le noyau s'agrandit simultanément. Il s'agit probablement, dans ces cas, d'une imbibition du noyau avec de l'eau. En même temps, la tension superficielle entre le noyau et le plasma s'égale dans le pourtour du noyau.

La persistance de la forme étoilée du noyau est due, d'après les conclusions énoncées plus haut, à une réduction de la tension superficielle de certains endroits du pourtour du noyau. Le chémotactisme a été indiqué comme un facteur abaissant la tension superficielle. Le même phénomène peut se réaliser à la suite d'un changement du potentiel électrique (MICHAELIS, 1909). Un potentiel plus élevé correspond à une réduction de la tension superficielle et vice-versa. Les endroits d'une tension réduite peuvent être la résidence d'un potentiel électrique. Suivant l'hypothèse énoncée plus haut, le potentiel pourrait se produire en quelque sorte par le contact entre le bout du filament et la membrane nucléaire.

La forme étoilée s'efface par la fixation, nous l'avons mentionné. C'est peut-être pourquoi on n'en trouve pas plus souvent d'indication dans la littérature. Les noyaux décrits par BAMBEKE (1897) des oocytes de *Pholcus phalangoïdes* appartiennent peut-être à ce groupe. Chez les *Coccidies*, on a observé des noyaux de forme étoilée (DEBAISIEUX, 1912). La figure 11 de DEBAISIEUX nous montre des noyaux étoilés, probablement altérés un peu par la fixation. On y voit, en outre, un arrangement souvent radiaire des filaments.

La structure intérieure du noyau a été étudiée autant sur le matériel vivant que sur le matériel fixé. Nous avons observé des formes très variables. Il n'est pas dans notre intention de considérer ici tous les résultats. Nous allons seulement faire ressortir quelques faits et quelques points de vue. Regardons d'abord encore une fois les noyaux en repos des figures 49 et 50. Dans le cas représenté dans ces figures, les structures intérieures du noyau ont été visibles avec une clarté extraordinaire. Premièrement les filaments, dans ce cas

très larges, sautent aux yeux. Il paraît que les filaments ont une couche superficielle plus dense entourant des substances plus liquides. Cette idée se confirme par les observations sur la réduction de la grandeur des filaments après la disparition de la membrane. Une substance liquide s'évade des pointes des filaments dans le plasma. Ceux-ci deviennent très minces et perdent la couleur de nacre. Dans le noyau *b* de la figure 50, on voit dans le centre du noyau une agglutination étoilée que nous avons désignée comme caryosome. Les filaments sont évidemment en communication avec le caryosome. En effet, il paraît que le caryosome n'est qu'une agglutination de la substance des filaments. Dans le noyau *a* de la figure 49, on ne voit pas de caryosome prononcé ; mais les filaments se sont épaissis dans la partie centrale du noyau. Un grand caryosome, plus ou moins central, se retrouve souvent dans les noyaux fixés (voir, par exemple, les figures 51 et 121 représentant des noyaux du mésenchyme). Sous certaines conditions, le caryosome central n'est pas développé dans les noyaux où on les trouve ordinairement (voir le noyau *d* de la figure 51). Ce sont des cas analogues à celui du noyau *a* de la figure 49. La substance des filaments ne s'est pas agglutinée en un caryosome. Une conglutination de la substance filamenteuse en des masses assez distinctes se produit sûrement à la suite de la fixation. De telles conglutinations existent sans doute également dans le matériel vivant ; on les voit très bien dans le noyau *a* de la figure 50. Mais elles sont beaucoup moins distinctes que dans le cas du matériel fixé. Les formations mentionnées sont également des caryosomes. Quand il s'agit ici du caryosome, cette désignation se rapporte pourtant uniquement à la grande conglutination plus ou moins centrale dont on ne voit ordinairement qu'un seul dans chaque noyau.

Le caryosome se présente, en général, dans les noyaux mésenchymateux arrondis, sous forme d'un corps étoilé dont les processus filamenteux échappent à l'observation. Chez les noyaux de forme étoilée, le caryosome n'est pas en général visible sur le matériel vivant. Ce phénomène est du probablement à la densité plus grande des noyaux étoilés : il n'y a pas une différence assez prononcée au point de vue des qualités optiques à faire ressortir le caryosome.

Sous certaines conditions expérimentales, nous avons vu se former plusieurs caryosomes dans un noyau (figure 124, p. 146). Ces noyaux très grands résultent probablement, nous l'avons vu plus haut, d'un fusionnement de plusieurs noyaux plus petits. Chaque caryosome représente probablement un noyau. Les caryosomes en question n'excèdent pas de beaucoup les caryosomes ordinaires en grandeur.

Les filaments peuvent être rétractés ; ils se ramassent alors sur le caryosome. Nous avons observé ce phénomène dans le noyau de la figure 115 (p. 134). Les filaments sont émis vers certains endroits de la membrane nucléaire. Les caryosomes présentent des mouvements amiboïdes.

Le caryosome et les filaments représentent évidemment un système d'une certaine unité : il se compose d'un mélange de substances qui ne possèdent pas de tension superficielle, les unes par rapport aux autres. Le système possède pourtant une tension superficielle vers le milieu ambiant. Cette tension varie beaucoup suivant les influences du milieu. Le système du caryosome et des filaments ont un chémotactisme très prononcé. Nous

avons observé des mouvements très vifs dans l'intérieur du noyau, dirigés tantôt dans une direction tantôt dans l'autre. Les filaments se dirigent sur les points du pourtour où une diffusion vive de substances se produit. Celles-ci sont résorbées par les filaments ou elles sont transformées; il en résulte ou des substances intégrant des filaments et des caryosomes, ou des produits non caryosomiques.

Le caryosome et les filaments représentent un système capillaire; mais en même temps ils représentent un système chimique, dans lequel des réactions s'accomplissent. Les rapports de ce système avec le milieu sont régularisés par des phénomènes capillaires. Deux systèmes qui ne se mêlent pas ne peuvent pas réagir l'un sur l'autre. La tension superficielle entre les deux systèmes étant abolie, des réactions peuvent s'accomplir. Ce principe doit jouer un rôle important pour les réactions chimiques dans la cellule.

Nous avons porté l'attention jusqu'ici essentiellement sur les cellules mésenchymateuses nutritives. Mais nous avons peut-être, dans ces noyaux, l'état de choses le moins spécialisé.

Dans l'intestin moyen on retrouve souvent le caryosome. Le caryosome, qui paraît homogène, au point de vue physique, à l'observateur du matériel vivant, n'est pas toujours en réalité. On le voit en mettant en comparaison les figures 16 et 19, représentant des noyaux de *Paracentrotus* du même stade d'après le matériel vivant et d'après le matériel fixé. L'étude du matériel fixé démontre que le caryosome s'est partagé quelquefois en un nombre de conglutinations plus petites qui s'apposent à un nucléole. Sur tous les détails, on peut s'orienter dans la partie descriptive.

Il a résulté de nos études que le chémotactisme joue un rôle pour l'orientation des structures de l'intérieur du noyau, ainsi que pour la position du noyau dans la cellule de l'intestin moyen. Les influences chémotactiques étant localisées d'une manière définie, il doit en résulter une certaine polarisation de la cellule. Nous n'allons insister que sur un seul point qui est d'un intérêt principal, à notre avis. Nous avons observé, dans les stades plus avancés d'*Echinus*, qu'une répulsion entre le caryosome et les filaments se produit dans une certaine phase de la transformation du noyau (voir fig. 12). Les filaments se séparent du caryosome; ils sont transformés ensuite en une substance acidophile. Nous sommes arrivés à la conclusion (p. 29) que la substance permanente se distingue peut-être des substances émises et transformées par une complication plus haute. En effet, cette conclusion s'impose également aux points de vue énoncés dernièrement; une séparation des substances doit se produire dans le système caryosomique. Il n'est pas probable qu'une séparation se réalise dans un système homogène. Les substances se démêlant, une tension superficielle se produit entre les deux nouveaux systèmes. De cette façon, la séparation se réalise. L'isolement des filaments semble accélérer la transformation suivante. Il résulte de notre analyse que les forces capillaires jouent un rôle important pour la sériation des réactions chimiques dans la cellule.

La substance des filaments et des caryosomes peut être désignée sous le nom de caryotine. LUNDEGÅRDH (1912 a) a désigné de ce nom les structures des noyaux qui participent à la formation des chromosomes (voir plus haut, p. 16). Dans les cinèses typiques qui se produisent au stade de blastula et de gastrula, les filaments, ainsi que les caryosomes, parti-

cipent en effet à la formation des anses spirémiques. Dans la suite, une différenciation des noyaux se produit ; ceux-ci s'adaptent pour des buts spéciaux. Surtout, il résulte de nos recherches que le noyau joue un rôle important pour la transformation des matières nutritives. En même temps la caryotine se spécialise. Celle-ci est active comme transformateur des substances. Nous avons distingué dans la caryotine la substance permanente (p. 30) qui peut reconstituer le noyau. Les autres parties de la caryotine sont probablement de nature moins compliquée. Celles-ci sont éliminées tôt ou tard du noyau. Nous avons ici un état de choses bien semblable à celui qui a provoqué l'hypothèse d'un dualisme des substances nucléaires (SCHAUDINN, 1903). Cette hypothèse s'est rapportée d'abord aux faits constatés chez des Protozoaires. Les noyaux contiennent, suivant l'hypothèse en question, une partie générative et une partie végétative. GOLDSCHMIDT (1906) adopte les mêmes notions sur les cellules des métazoaires. R. HERTWIG (1907) admet qu'un dualisme des substances nucléaires peut se produire sous certaines conditions. Par une dégénérescence fonctionnelle, la *trophochromatine* se forme dans le noyau. Chez divers Protozoaires, une masse de déchet est éliminée à la formation des éléments génératifs du noyau (R. HERTWIG, 1876, 1878, 1899 ; voir, en outre, HERTWIG, 1907, MOROFF, 1910, etc.).

On trouve souvent un état de choses analogue à celui constaté dans le cas des Protozoaires chez les oocytes des métazoaires. Le noyau y accomplit une croissance très considérable ; il n'y a qu'une petite partie des substances nucléaires qui participent à la formation des chromosomes. Les autres parties sont émises évidemment dans le plasma (voir le traité de KORSCHULT et HEIDER, 1901).

On voit que les phénomènes mentionnés présentent beaucoup d'analogie avec les faits constatés dans les noyaux des cellules transformatrices des substances nutritives chez la larve de l'Oursin. Il ne s'agit pas, dans ce paragraphe, de la division nucléaire ; mais le caryosome qui persiste après l'élimination des substances, par exemple dans les noyaux mentionnés de l'intestin moyen de la larve d'*Echinus*, possèdent la faculté de reconstituer le noyau et recommencer l'assimilation.

La quantité des substances d'une haute complication se réduit au cours du développement. Une spécialisation se réalise des synthèses dans la caryotine ; celles-ci sont dirigées vers la production de certaines substances destinées à former la nourriture des tissus différenciés. On dirait qu'il y a une bifurcation des réactions chimiques dans la caryotine ; des réactions se produisent qui ont pour résultat, d'une part, la formation des substances compliquées, d'autre part la formation des substances nutritives souvent éliminées du noyau. Les synthèses s'accélèrent, tantôt dans une direction, tantôt dans l'autre. Dans le premier cas, une subdivision du noyau se réalise plus tôt, plus tard. Dans le dernier cas, une transformation vive des substances nutritives s'effectue.

La masse de déchet des Protozoaires et les substances éliminées du noyau de l'oocyte à la division de maturation présentent probablement le caractère de substances nutritives. Les matières éliminées du noyau à la maturation de l'œuf forment peut-être un matériel préparé en quelque sorte à la croissance rapide des noyaux après la fécondation.

La question suivante se pose : quels sont les facteurs qui dirigent les réactions, tantôt dans une direction, tantôt dans l'autre ? Regardons le cas du développement de l'oocyte.

D'un noyau très grand s'individualisent les chromosomes minces. Une grande quantité de substances nucléaires sont émises dans le plasma.

Il semble que la quantité de la caryotine non décomposée se régularise par quelques rapports de nature compliquée. Il en est de même dans les noyaux transformateurs des matières nutritives. La quantité des substances les plus compliquées est déterminée en quelque sorte. Dans certaines conditions, la quantité des substances mentionnées augmente pourtant. Ce phénomène est compensé enfin par une subdivision du noyau.

Nos recherches confirment l'idée émise par LUNDEGÅRDH (1912) qu'il n'existe pas une différence bien tranchée entre une substance de linine et une substance de chromatine. Il résulte plutôt de ce qui précède : les filaments et les caryosomes présentent au point de vue physiologique un système uniforme.

Outre la caryotine, nous avons trouvé, dans l'intérieur du noyau, les enclaves, granules et vacuoles, ainsi que, dans certains cas, les nucléoles ou des substances de nature nucléolaire.

Nous avons pu très facilement étudier les granules sur le matériel vivant. Quelquefois ils forment les seules structures de l'intérieur du noyau visibles sur le matériel vivant. Surtout dans le cas représenté dans les figures 49 et 50, il était évident que les granules s'apposent aux filaments. Cette observation se confirme par l'étude du matériel fixé. Les granules ainsi que les vacuoles sont évidemment des produits de l'activité de la caryotine qui se séparent d'avec la caryotine. On trouve les granules et les vacuoles surtout dans les noyaux transformateurs des matières nutritives. La quantité des granules et des vacuoles varie beaucoup suivant les conditions physiologiques.

Les nucléoles peuvent s'étudier surtout dans les cellules squelettogènes et dans les cellules des bandes ciliaires. Ils sont ici assez grands et de forme sphérique. Les caryosomes les entourent équatorialement.

La notion des nucléoles n'est pas bien définie. Sous ce nom sont comprises des formations assez différentes. Nous nous limitons dans nos considérations essentiellement aux objets décrits dans ce mémoire.

Les nucléoles ont une tension superficielle vers la caryotine. C'est une qualité qui les distingue des caryosomes, avec lesquels les nucléoles sont facilement confondus. Souvent un nucléole s'appose à un caryosome, ou bien le nucléole est plus ou moins complètement entouré par la caryotine. Nous en avons vu un exemple dans la figure 19 (le noyau *c*) ou dans la figure 50 (le noyau *a*).

A un état de choses semblable, on pourrait rapporter peut-être les nucléoles mixtes ou les amphinucléoles, trouvés par O. HERTWIG (1878), FLEMMING (1882), STEPHAN (1902) et d'autres. Dans ces cas, le nucléole se compose de deux parties, dont l'une a plus ou moins la forme d'un croissant, apposée à l'autre partie. Nous avons essayé dans un travail précédent (1911) d'expliquer les conditions physiques de la formation de cette sorte de nucléoles : il y a une tension superficielle entre les deux parties ; mais la tension de la partie intérieure vers le milieu ambiant doit être plus grande que celle de la partie en forme de croissant vers le milieu plus la tension entre les deux parties du nucléole.

Dans les cas décrits dans ce travail, la partie caryosomique de ce qu'on pourrait

appeler un nucléole mixte a été en communication avec les structures de la caryotine. On pourrait se figurer que les nucléoles mixtes se composent d'un caryosome et d'un nucléole proprement dit.

Dans certains cas, les nucléoles peuvent se former pour disparaître dans d'autres conditions physiologiques. Il en est évidemment ainsi dans les noyaux mésenchymateux représentés dans la figure 50 ; nous avons trouvé un nucléole dans le noyau *a* ; il n'y en a pas dans le noyau *b*.

Nous revenons sur les noyaux des cellules squelettogènes et ceux des bandes ciliaires. Le nucléole s'y différencie au cours du développement. Le noyau en repos possède une grandeur à peu près constante. Également, la grandeur du nucléole ne varie qu'entre certaines limites.

Nous avons pu suivre dans plusieurs cas la différenciation des noyaux à nucléole défini. Des noyaux du mésenchyme nutritif se transforment en des noyaux, à nucléole défini, en même temps que les cellules deviennent squelettogènes. Les étapes de la différenciation ont été étudiées par exemple dans l'objet de la figure 69. La caryotine est d'abord répandue assez uniformément dans les noyaux, sous forme de filaments et de petits caryosomes ; un caryosome prédominant sur les autres peut exister ou non. La caryotine se réorganise complètement en se concentrant en certains caryosomes ; le nombre de ceux-ci s'élève en général à cinq. Les caryosomes ont à peu près la même grandeur. Souvent on observe pourtant qu'un caryosome se distingue par une grandeur excédant un peu celle des autres (voir la figure 52). Les caryosomes sont réunis par des filaments très minces souvent difficiles à découvrir. Nous avons déjà mentionné que les caryosomes s'arrangent équatorialement par rapport au nucléole qui s'est organisé cependant. A la suite du phénomène décrit, une réduction de la quantité des substances basophiles se réalise souvent. On trouve un résultat tout contraire dans le cas de la différenciation des cellules aplaties de la paroi ectodermique en des cellules cylindriques des épaulettes. On a pu étudier toutes les étapes de la différenciation en question dans la figure 99. Les noyaux des cellules aplaties sont très pauvres en caryotine. Dans une masse plus ou moins vacuolisée, on ne voit que quelques minces granules qui représentent les restes des structures de la caryotine. Dans les étapes de la différenciation, on voit une croissance et une organisation des parties caryosomiques. Plus on se rapproche du lieu de la formation des épaulettes, plus la quantité de la caryotine augmente. En même temps les noyaux rapetissent ; le nucléole s'organise, sans doute aux dépens de la masse homogène remplissant jusqu'ici le noyau plus ou moins complètement.

La caryotine se reconstitue sans doute également au détriment de la masse homogène. Il faut se rappeler qu'aux stades moins avancés la masse homogène se forme en grande partie par une transformation des structures de la caryotine (voir les figures 82 et 98). Par suite, dans le stade plus avancé, une réversion se produit du procédé mentionné dernièrement.

La notion des nucléoles démontre l'irrationalité qui se mêle trop souvent aux classifications morphologiques. Les distinctions fondées sur certaines propriétés communes de la forme ne couvrent pas toujours les distinctions qu'il faut faire aux points de vue phy-

siologiques et chimiques. Plusieurs résultats de nos recherches parlent en faveur de l'idée que les substances nucléolaires sont des produits de la transformation de la caryotine. Nous avons déjà mentionné la formation dans le mésenchyme de nucléoles plus ou moins passagers. Ceux-ci sont enfermés dans les structures de la caryotine. L'hypothèse énoncée se confirme surtout par les noyaux de l'intestin moyen de *Paracentrotus* représentés dans la figure 19. Dans le noyau *d*, le caryosome entoure en anneau très étroit une substance nucléolaire. Celle-ci augmente en déplaçant les structures de la caryotine. Enfin les substances nucléolaires se liquéfient ; les vacuoles qui en résultent sont expulsées dans la suite. Dans ce cas, il paraît que les nucléoles ont un rôle tout à fait coordonné à celui des enclaves, ou forment même un stade de transition dans la formation des vacuoles. En d'autres cas, les nucléoles sont plus constants, par exemple dans les noyaux des cellules squelettogènes et dans les noyaux des bandes ciliaires. Les nucléoles s'y forment au cours du développement. Ils se produisent probablement dans ce cas également par l'activité de la caryotine. Comment faut-il comprendre le rôle du nucléole dans le dernier cas ? Nos observations ne peuvent pas répondre à cette question. Par analogie, il est probable que des phénomènes se réalisent analogues à ceux qui s'accomplissent dans le cas des noyaux à nucléole passager. Il est à supposer par suite qu'une liquéfaction du nucléole se réalise ; les produits de ce procédé sont éloignés probablement du noyau ; les pertes de substances du nucléole sont remplacées par des transformations nouvelles.

A cet endroit on peut se rappeler une observation de HAECKER (1895) : chez l'oocyte d'*Echinus microtuberculatus*, une grande vacuole se forme dans le nucléole par la confluence de plusieurs petites vacuoles ; la grande vacuole rapetisse périodiquement.

Les idées sur la nature du nucléole déduites de nos observations concordent en plusieurs points avec l'hypothèse de HAECKER (1895, 1899) ; d'après celle-ci, les substances nucléolaires représentent des produits de sécrétion du noyau.

Également, MONTGOMERY (1898) et HEIDENHAIN (1901) donnent au nucléole le rôle d'un dépôt de matières de réserve.

Les substances nucléolaires sont probablement des substances moins compliquées que la caryotine. Elles sont à réunir, avec les enclaves, granules et vacuoles, en une catégorie ; celle-ci comprend les produits de la transformation de la caryotine ; ces produits sont, en général, tôt ou tard émis dans le plasma. Les nucléoles constants se reconstituent continuellement.

II. — LES ENCLAVES DU PROTOPLASMA.

Nous avons distingué plusieurs types d'enclaves caractéristiques aux différentes cellules. Dans l'intestin moyen, nous avons distingué, dans les stades moins avancés du développement, des granules et des vacuoles ; les granules s'opposent à la surface des vacuoles ; à la suite du contact, un changement chimique des granules se produit (p. 13). Dans les stades plus avancés, on ne retrouve que des vacuoles dans les cellules de l'intestin moyen. Les enclaves mentionnées représentent des produits de la transformation de la nourriture. Ceux-ci sont transportés dans le mésenchyme. Les noyaux résorbent ici

certaines components des enclaves; ils sont rendus au protoplasma : 1^o sous forme de substances dissoutes ; 2^o sous forme de petits granules réfringents. Ceux-ci sont transportés et déposés dans les cellules de la paroi aborale. Une production de ces granules se réalise également, dans un certain stade, de la part des noyaux des cellules mentionnées dernièrement ; c'est justement dans le stade de la réduction de la caryotine. En outre, des vacuoles sont déposées dans les cellules de la paroi aborale. Dans les cellules de la paroi orale, les choses s'accomplissent d'une autre manière. Dans celles-ci, les matières de nutrition ne sont pas déposées en forme de granules et de vacuoles ; elles se mêlent au plasma. Un état de choses semblable se réalise dans la suite également dans les cellules de la paroi aborale : les granules sont liquéfiés ; les vacuoles se mêlent au plasma. Le moment de cette transformation n'est pas absolument fixé ; mais elle se produit, semble-t-il, simultanément avec le développement du rudiment échinien. Le phénomène mentionné est de grande importance économique dans le développement. Des substances sont déposées en matériel de réserve pour être consommées dans les moments d'une production très intense de tissus nouveaux.

L'alimentation de la larve par le jaune d'œuf favorise surtout la formation des granules réfringents de l'ectoderme et du mésenchyme.

La production des vacuoles pigmentaires est favorisée par une alimentation avec des substances grasses.

Les granules ont, dans tous les cas étudiés par nous, le caractère des produits intermédiaires de l'échange de matières. Il ne s'agit par suite, dans ces cas, ni de « chondriocotes », ni de « mitochondries », ni de choses semblables. Nous sommes d'accord avec LUNDEGÅRDH (1910), KEMNITZ (1912) et BUCHNER (1913), pour regarder la conception des « mitochondries » comme moins heureuse. Cette conception a été critiquée par G. RETZIUS (1912) également au point de vue morphologique.

III. — L'ÉCHANGE DE MATIÈRES ENTRE LE NOYAU ET LE PLASMA.

Il n'est pas nécessaire d'entrer dans l'examen de toute la littérature très étendue. Il suffit de renvoyer aux travaux de LUNDEGÅRDH (1910), et de v. KEMNITZ (1912). On y retrouve presque toute la littérature précédente. Surtout, le travail de LUNDEGÅRDH, déjà cité en ce qui précède, examine d'une manière très complète l'état du problème en question.

Par l'étude comparative du vivant et du matériel fixé, nous avons pu faire des observations très nettes. Il en résulte qu'il y a un échange très vif de substances entre le noyau et le plasma. Cet échange s'observe assez facilement dans les noyaux transformateurs de matières nutritives. La simple diffusion ne suffit pas à réaliser l'échange entre le noyau et le plasma. Nous avons déjà considéré plusieurs facteurs qui doivent ralentir ou supprimer la diffusion par la membrane nucléaire (voir p. 4). — Nous avons pu observer sur le matériel vivant la résorption dans le noyau de particules nutritives formées. Une liquéfaction se réalise dans ce cas des particules mentionnées. Ensuite, le produit de la liquéfaction est résorbé.

KEMNITZ (1912) a observé dans certaines cellules d'*Ascaris* des vacuoles qui entourent le noyau ; l'auteur cité suppose que les vacuoles sont réunies dans la suite au noyau. Il est, en effet, fort probable que des attractions capillaires jouent un rôle important pour la résorption des substances par le noyau.

Pour l'émission des substances, les procédés sont beaucoup plus variés. Il est intéressant de voir qu'il se produit souvent une répulsion très forte entre le noyau et les substances émises. La nature de ce phénomène très frappant est difficile à débrouiller. On pourrait penser à des phénomènes chémotactiques.

Nous avons compilé et classé nos observations dans le catalogue suivant. Il est à remarquer que les mêmes noyaux peuvent suivre de différents types sous des conditions différentes.

Catalogue des phénomènes différents suivant lesquels l'expulsion de substances nucléaires se réalise.

Type 1. — La membrane disparaît complètement :

a. Les noyaux du mésenchyme nutritif d'*Echinus*, sous certaines conditions qui amènent la formation de noyaux très grands (cf. les figures 49 et 124). Une répulsion se produit entre la caryotine et les enclaves ; celles-ci sont émises dans le plasma ; une partie de la caryotine est également expulsée.

b. Les noyaux du mésenchyme nutritif de *Paracentrotus*. Émission et répulsion des granules produits dans le noyau (voir les figures 63, 64, 65).

c. Les noyaux de l'intestin postérieur d'*Echinus* et de *Paracentrotus*, dans certaines phases de la transformation (voir les figures 35 et 130). Des granules sont expulsés dans le plasma.

d. Les noyaux de l'intestin moyen d'*Echinus*, sous certaines conditions (voir les figures 12 et 13). Une couche de substances basophiles se produit périphériquement. Cette couche est éliminée du noyau par la formation d'une membrane nouvelle.

Remarque. — Dans tous ces cas, un noyau plus petit se reconstitue par la formation d'une nouvelle membrane. Celle-ci peut se former avant ou après la disparition de la membrane originale (extérieure). Les cas relatés représentent à cet égard une série. Dans le cas *a*, la membrane nouvelle s'est formée *après* la disparition de la membrane originale. Dans le délai où le noyau ne possède pas de membrane, les granules, les vacuoles et une partie de la caryotine sont émis dans le plasma.

Dans le cas *b*, la membrane nouvelle peut se former, semble-t-il, avant ou après la disparition de la membrane originale. Le dernier cas doit se réaliser en règle générale ; le premier cas est peut-être de nature plus exceptionnelle.

La nouvelle membrane se forme à l'intérieur des dépôts granulaires qui se produisent dans le noyau. De cette façon, celles-ci sont éliminées. On observe également une vive répulsion entre les enclaves émises et les parties permanentes du noyau. Celui-ci montre un chémotactisme très prononcé vers les particules nutritives du plasma.

Dans le cas *c*, un noyau intérieur se forme dans l'intérieur du noyau original (voir, fig. 35, le noyau *e*) ; une membrane nouvelle se forme ; le noyau intérieur est situé toujours excentriquement dans le noyau original ; on a l'impression qu'une partie de la limitation du noyau original participe à la formation de la membrane nouvelle. Probablement, deux membranes sont présentes, l'une située d'abord au-dessous de l'autre. La membrane extérieure disparaît probablement au point de contact des deux membranes. On peut suivre les étapes du processus dans les noyaux *g*, *c*, *d* de la figure 130.

Dans le cas *d* enfin, la membrane nouvelle se forme également avant la disparition de la membrane extérieure. Les deux membranes sont séparées par une couche de substances acidophiles, éliminées ensuite dans le plasma (voir, fig. 15, les noyaux *a* et *b*).

Type 2. — Des vacuoles sont expulsées du noyau :

a. Les noyaux étoilés de l'intestin moyen d'*Echinus* (voir les figures 4, 7 et 11) et de *Paracentrotus* (p. 42). Les noyaux du mésenchyme d'*Echinus* (pp. 76 et 79). Les noyaux des cellules ectodermiques d'*Echinus* (voir la figure 94) et probablement de celles de *Paracentrotus* dans le stade de gastrula ou de jeune pluteus.

Les vacuoles sont préformées dans l'intérieur du noyau ; à un certain moment, elles sont poussées vers la surface du noyau ; elles font saillir une partie de la membrane ; soudainement, elles sont détachées et émises dans le plasma.

b. Les noyaux lobés des cellules de la paroi orale et de l'intestin antérieur. La vacuole se forme dans l'intérieur du noyau. La vacuole pénétrant à la surface du noyau donne à celui-ci une forme bilobée (voir la figure 100). La vacuole disparaît enfin ; son contenu se mêle au plasma.

c. Les noyaux plus ou moins arrondis de l'intestin moyen de *Paracentrotus* des stades plus avancés. La caryotine se ramasse en substance compacte d'un pôle du noyau. L'autre partie se détache en vacuole (voir les figures 21, 22 et 23).

Type 3. — Les granules pénètrent par la membrane nucléaire :

a. Les noyaux étoilés de l'intestin moyen des stades jeunes de *Paracentrotus* (voir les figures 16 et 119 *a*) ainsi que d'*Echinus* (voir la figure 6). Les noyaux étoilés du mésenchyme d'*Echinus* (pp. 75 et 150). Les noyaux étoilés de l'intestin postérieur d'*Echinus* (de *Paracentrotus*?) (voir les figures 34 et 35, le texte page 61). Les noyaux de la paroi ectodermique aborale avant la réduction de la caryotine (p. 119).

Il est à remarquer que le type en question est rattaché à la forme étoilée du noyau.

Type 4. — Les noyaux se contractent. Ce phénomène s'accomplit souvent à une vitesse particulière. Il est possible, sinon prouvé, que la contraction donne un travail agissant contre les facteurs ralentissant la diffusion ; cela veut dire en d'autres termes qu'à la suite de la contraction certaines substances dissoutes pénètrent par la membrane nucléaire.

La contraction soudaine du noyau a été observée plusieurs fois dans le mésenchyme nutritif (voir, par exemple, la figure 58).

Chez les cellules pigmentaires, des contractions du noyau contribuent probablement à l'émission de substances qui participent à la formation des vacuoles pigmentaires. Les

substances s'évadent du noyau par les pointes des processus; les derniers représentent des endroits d'une tension superficielle réduite; en outre, la perméabilité y est peut-être augmentée.

Pour ce qui concerne le mécanisme de la formation des vacuoles pigmentaires, il faut revoir en outre la discussion, page 103.

Dans le type I, une disparition de la membrane se réalise, phénomène qu'on est habitué à voir en compagnie de la division directe du noyau.

Plusieurs observations indiquent qu'une disparition de la membrane du noyau « au repos » se réalise également chez d'autres objets. Les observations de STRICKER (1877) révèlent ce phénomène chez des leucocytes de la grenouille. KORSCHOLT (1891 et 1896 *a, b, c*) décrit et figure des phénomènes qui indiquent la disparition des parties de la membrane sous les noyaux au repos de *Dytiscus marginalis*, ainsi que dans les noyaux des glandes de filage de *Pieris brassicæ*.

Chez les Protozoaires, une rupture ou une disparition complète de la membrane a été observée en nombre de cas : HERTWIG (1898) observe qu'une disparition complète de la membrane se produit dans certaines conditions chez *Actinosphærium*; les substances nucléaires se transforment en chromidies. DOFLEIN (1902) a observé une rupture de la membrane chez *Amæba vespertilio*; des substances nucléaires s'évadent dans le plasma. Les deux cas ne sont mentionnés que comme exemples.

Dans la partie descriptive, nous avons fait l'essai d'une analyse du cas *d* du type 1 : les rapports de la membrane à l'intérieur du noyau sont altérés par le dépôt de la substance acidophile. Dans les cas *a, b, c*, une altération des rapports mentionnés doit également jouer un rôle; dans ces cas, la nature de l'altération en question est moins évidente. Une séparation se produit peut-être dans les noyaux aboutissant à la formation d'une couche extérieure enfermant les enclaves, et une couche intérieure libre d'enclaves. Ce phénomène doit se réaliser dans les cas où une membrane intérieure se forme avant la disparition de la membrane originale.

Dans le cas *a* et le plus souvent dans le cas *b*, la séparation mentionnée ne se réalise avant la disparition de la membrane. Des courants très vifs s'accomplissent pourtant dans le noyau, au moment de la disparition de la membrane. Il est possible que le déplacement de substances amène la disparition de la tension superficielle entre le noyau et le plasma. Certaines substances expulsées, la tension superficielle se rétablit; la membrane se réforme.

Le phénomène, dont nous avons suivi les étapes dans les noyaux *a, b, c, d*, de la figure 130, rappelle beaucoup les figures données par BAMBEKE (1893) sur l'élimination des éléments nucléaires dans le plasma de l'oocyte de *Scrophæna scrophæa*. Il se pourrait que le même mécanisme agît dans les deux cas.

Le type 2 *a* et le type 3 ont quelque chose de commun qui nous les fait considérer ensemble. Dans tous les deux cas, une pénétration de la membrane nucléaire par des substances formées semble assurée. Ce point représente un sujet de vives controverses. Les auteurs admettant une émission par la membrane nucléaire de « chromatine » ou de « chromidies » ne se sont pas formé, en général, des idées bien nettes sur le mécanisme de cette

émission. Nous renvoyons aux considérations critiques de LUNDEGÅRDH (1910). Cet auteur est d'avis qu'une émission de substances formées ne peut se réaliser que dans les noyaux formant des pseudopodes. Dans une conférence publiée en suédois (LUNDEGÅRDH, 1912) le même auteur donne un schéma démontrant comment il faut se figurer l'expulsion d'une particule du noyau (voir la figure 11 de la publication mentionnée) : une particule s'appose à la membrane ; un pseudopode se forme par une réduction locale de la tension superficielle. Le bout du pseudopode enfermant la particule se détache. Le pseudopode se rétracte ensuite.

En effet, il résulte d'une manière très nette de nos observations qu'une émission de granules ou de vacuoles par la membrane ne se réalise pas de la part des noyaux de forme arrondie. Par contre, on voit les granules et les vacuoles sortir des noyaux de forme étoilée ou lobée. Il est, à cet égard, très instructif de comparer les noyaux du mésenchyme nutritif de *Paracentrotus* et ceux d'*Echinus*. Dans le premier, les noyaux ont la forme arrondie. Les granules sont expulsés par le procédé du type 1, par une disparition complète de la membrane. Dans le second cas, les enclaves échappent par la surface du noyau, sans que la membrane disparaisse. Quant aux granules, on les voit se transporter le long des processus effilés. Leur expulsion dans le plasma doit s'effectuer au bout du processus.



Fig. 131. — Schéma de l'expulsion d'une vacuole du noyau.

D'après le schéma de LUNDEGÅRDH, la particule expulsée doit être entourée d'un fragment de la membrane nucléaire. Nous n'avons pu découvrir quelque chose de semblable dans nos objets ; mais il est fort possible que la formation mentionnée échappe à l'observation, ou bien que le fragment se dissocie immédiatement après l'expulsion dans le plasma.

On pourrait peut-être déduire un procédé suivant lequel les particules pénètrent la membrane nucléaire sans qu'une partie de celle-ci soit détachée. Nos considérations sont illustrées par le schéma de la figure 131. La vacuole s'appose à la membrane nucléaire et la fait saillir dans le plasma *a*. Les qualités de la membrane sont altérées par l'apposition de la vacuole. Pour suffire au principe de l'énergie superficielle minimum, une nouvelle membrane se forme en dedans de la vacuole, *b*. Suivant le principe mentionné, la somme de l'énergie superficielle doit être un minimum. L'énergie superficielle est le produit entre la grandeur de la surface et la tension superficielle (voir MICHAELIS, 1909). Par la formation de la membrane au-dessous de la vacuole, la grandeur de la surface diminue ; par suite, l'énergie superficielle diminue. Ensuite, la membrane extérieure disparaît, *c*. Ce phénomène se rapporte probablement aux mêmes facteurs que dans le cas d'une disparition totale de la membrane : les rapports entre la membrane et l'intérieur du noyau sont altérés. Il en suit une liquéfaction de la membrane. Les produits de cette liquéfaction fusionnent probablement avec la membrane reconstituée.

Les idées émises se confirment par les expériences avec l'eau de mer exempte de potassium. Nous y avons observé des noyaux comme *b'* de la figure 130. Il y paraît que les particules sont en train de pénétrer la membrane. Une observation soigneuse donne pour résultat que la membrane est double autour des granules. Il s'est formé par suite une membrane au-dessous du granule; mais la membrane extérieure n'ayant pas disparu, les granules n'ont pas été expulsés.

Nos dernières considérations révèlent que la différence essentielle entre le procédé du type 1 et celui du type 2 *a* et 3 est peut-être dans la réalité moins grande qu'on ne le pense d'abord. Il s'agit peut-être également; dans les derniers cas, de la disparition d'une membrane extérieure et la formation d'une membrane intérieure; seulement, toute la membrane ne disparaît pas en une fois dans les derniers cas; il n'y a qu'une disparition locale suivie d'une régénération.

Le principe de l'énergie superficielle minimum peut être suivi également par la réduction de la tension superficielle. Rappelons la formule $\Omega = \omega \rho$, où Ω représente l'énergie superficielle, ω la grandeur de la surface et ρ la tension superficielle. On voit qu'un agrandissement de la surface peut se compenser par une réduction de la tension superficielle.

Il résulte également de la formule qu'il ne faut pas supposer dans notre cas une réduction de la tension superficielle dans la partie qui fait saillie dans le plasma; ou du moins cette réduction ne doit pas être considérable.

On se demande alors comment se produit la saillie de la membrane. Ce phénomène peut se produire par la répulsion qui existe entre la vacuole et le noyau. La vacuole repousse la membrane.

Mais nous avons tiré la conclusion, en ce qui précède, que les processus des noyaux étoilés représentent des endroits du pourtour de la membrane d'une tension superficielle réduite. Les granules se transportent vers les bouts des processus. Ce transport se produit évidemment sous l'effet de la répulsion entre le granule et les substances nucléaires. Dans la pointe du processus, une expulsion se produit. Le mécanisme de ce procédé peut résider dans le phénomène supposé par LUNDEGÅRDH : le bout du processus se détache; ou bien un phénomène analogue à celui représenté dans la figure 131 se réalise; ou enfin, la force de la répulsion pourrait excéder l'intensité de la tension superficielle; sous ces conditions, la particule peut passer par la membrane. La dernière alternative nous semble la plus probable. Dans les pointes des processus, la tension superficielle subit probablement une réduction considérable. Il se pourrait même qu'une communication complète s'y réalise dans certaines conditions entre le noyau et le plasma : la tension superficielle entre les deux milieux devient nulle. La diffusion des substances passant du plasma dans le noyau se fait également par les processus. Cette diffusion serait à un haut degré facilitée par le phénomène supposé. Mais, comme il a été déjà indiqué, il n'est pas nécessaire de supposer une communication directe entre le noyau et le plasma. Sous l'effet de la répulsion observée, la particule peut passer également par une membrane dans les endroits d'une tension superficielle très réduite.

Il semble résulter de ce qui précède que le mécanisme serait un peu autre dans
T. VI. — Fasc. 5.

le cas de l'expulsion des vacuoles et dans celui de l'expulsion des granules. En effet, des observations sur le mésenchyme d'*Échinus* indiquent que les vacuoles se libèrent en repoussant la membrane. Dans les cellules de l'intestin moyen, la formation d'un tractus court a été observée dans ce cas (p. 7, fig. 4). La formation du tractus se produit probablement sous l'effet d'une répulsion entre la vacuole et les substances nucléaires.

Par contre, dans le cas des granules, un transport s'effectue vers les bouts des processus.

Chez *Paracentrotus*, une répulsion très vive n'existe pas, paraît-il, entre le noyau et les granules dans l'intestin moyen; il s'agit, dans ce cas, des stades jeunes; les granules se ramassent en des paquets qui restent collés pendant quelque temps au noyau, par exemple dans les noyaux représentés dans la figure 119 *a*. Dans ce cas, il s'agit peut-être d'une disparition locale de la membrane.

La répulsion pas très vive suffit à faire sortir les granules par les endroits indiqués. La figure 119 *a* montre que les paquets s'apposent vers des pointes très obtuses du noyau étoilé.

Le type 2 *b* s'assimile bien au type précédent; il s'agit de l'expulsion d'une vacuole formée d'abord dans l'intérieur du noyau. La différence réside dans la forme lobée du noyau; en outre, le contenu de la vacuole se mêle au plasma aussitôt qu'elle est expulsée.

Dans le type 2 *c*, deux parties se forment du noyau : une partie dense, une partie enchylématique. Les deux parties se séparent enfin; chacune s'arrondit. Des contractions actives de la partie dense (caryosomique) doivent également jouer un rôle.

Une partie enchylématique se limite en vacuole vers une partie plus dense.

Les noyaux du type 2 *b* se retrouvent également chez d'autres animaux. DEBAISIEUX (1912) représente, dans sa figure 31, la formation des deux sporozoïtes chez la coccidie *Adelea ovata*. On y voit deux noyaux courbés en croissant, enfermant entre eux une vacuole. Cet état de choses rappelle beaucoup certaines de nos observations sur l'intestin moyen d'*Échinus*. La production de la vacuole et la division directe du noyau s'y associent (fig. 15, les noyaux *d* et *f*).

Le même type se retrouve également dans certaines cellules sécrétrices de métazoaires. En regardant les figures de VIGIER (1901), reproduites par GURWITSCH dans les figures 108 *a*, *b* et *c* de son traité (1904), on va trouver que les phénomènes s'accomplissent évidemment ici de la même manière que dans le cas des noyaux de la paroi orale de la larve de l'Oursin. La figure 108 *c* de GURWITSCH rappelle peut-être surtout les noyaux de la paroi ectodermique aborale, représentés dans notre figure 108.

Si alors une formation de produits sécrétoires par le noyau semble prouvée pour certains cas, il ne faut pas naturellement généraliser ce résultat. Nous renvoyons aux considérations de GURWITSCH (1904, p. 196).

Enfin, nous avons émis l'idée que les contractions soudaines du noyau peuvent effectuer une émission dans le plasma de certaines substances dissoutes dans le suc nucléaire. Il se pourrait que les substances déposées en vacuoles dans certains noyaux se

mêlent au suc nucléaire en d'autres cas. Les substances émises seraient, par suite, des produits de l'activité transformatrice de la caryotine.

Le phénomène de l'émission par une contraction du noyau se réalise peut-être également dans les cellules squelettogènes ou dans celles des bandes ciliaires. Toutefois il n'y a pas été directement observé. Il se pourrait que les nucléoles donnent des substances au suc nucléaire par une liquéfaction. Celles-ci seraient ensuite émises dans le plasma.

Nos recherches, bien que très incomplètes, ont pu fournir des données assez nombreuses sur l'échange de matières entre le noyau et le plasma. Il en résulte que le noyau joue un rôle direct pour la transformation des matières. Des substances sont résorbées dans le noyau; elles y sont synthétisées et rendues ensuite au plasma. La synthèse dans le noyau a pour résultat la formation de la caryotine, des substances nucléolaires et des enclaves. La caryotine consiste en un mélange de substances plus compliquées et de substances moins compliquées. Ces deux groupes de substances sont en équilibre chimique : les dernières forment les composants qui sont à combiner pour arriver aux premières. Inversement, les produits les plus compliqués peuvent se décomposer en produits moins condensés de la caryotine. Toutefois, la quantité des premiers est régularisée dans chaque noyau par des rapports de nature compliquée. Les substances nucléolaires ainsi que les enclaves se forment probablement par l'activité de la caryotine. Nous avons réussi peut-être, à un certain degré, à analyser le mécanisme de l'expulsion des substances du noyau. Nous avons constaté une répulsion entre les produits prêts à être expulsés et les autres substances nucléaires. La membrane disparaît complètement ou partiellement ; ou bien la tension superficielle s'abaisse à certains endroits du pourtour de la membrane ; la force de l'expulsion peut excéder la résistance de la tension superficielle. En outre, des contractions du noyau peuvent donner un travail à compenser les forces capillaires.

Nos résultats peuvent contribuer peut-être aux discussions caractérisées dans la préface.

Les rapports entre le noyau et le plasma sont soumis à des régularisations de nature compliquée. Il paraît que les phénomènes capillaires jouent à cet effet un rôle important. L'engrenage entre le noyau peut être de nature plus ou moins intime suivant les conditions. Des changements à cet égard doivent jouer un rôle très important dans le mécanisme du développement. Nous avons vu qu'à certains stades, des matières de réserve sont rendues disponibles par « l'intervention » du noyau. Ce processus à son tour déclenche un accroissement, etc. La différenciation des cellules se produit évidemment sous l'effet d'une action réciproque très intime entre le noyau et le plasma ; pourtant nous n'avons pu pénétrer plus loin dans la nature de ses rapports.

Quant à la physiologie plus spéciale de la cellule, la régularisation de l'engrenage joue un rôle pour la sériation des phénomènes cellulaires. Le noyau et le plasma *peuvent* être deux systèmes chimiques relativement indépendants. Mais une « communication » entre les deux systèmes rétablie, certaines réactions chimiques peuvent s'accélérer.

Nous avons employé en ce qui précède le terme de *systèmes capillaires*. Cette notion rend

peut-être des services. Le noyau est un système capillaire dans son rapport au plasma. Dans l'intérieur du noyau, on trouve pourtant encore des systèmes capillaires. Le nucléole, dans le sens propre de ce terme, est limité vers la caryotine par une tension superficielle; il en est ainsi également en ce qui concerne les enclaves; dans certaines conditions, une partie de la caryotine, transformée dans la suite, peut se séparer d'une partie permanente. Nous avons analysé déjà, plus haut, les effets qui peuvent se produire par les phénomènes en question. Par la formation ou le fusionnement de deux systèmes capillaires, des réactions chimiques peuvent s'accélérer.

Nos résultats confirment les idées sur une expulsion du noyau de substances d'une certaine complication.

Nous avons observé l'expulsion des enclaves, vacuoles et granules, des nucléoles et enfin de la caryotine. Il ne s'agit probablement pas, dans le dernier cas, de la caryotine de la plus haute complication. Il faut peut-être appliquer dans ce cas le terme connu de *chromatine trophique* ou, suivant la terminologie adoptée ici, de la *caryotine trophique*. Le plus souvent la caryotine trophique se transforme d'abord en les enclaves; sous cette forme, elle est expulsée dans la suite. Les substances nucléolaires sont également des produits de la formation de la caryotine; elles sont probablement d'une nature plus compliquée que les enclaves.

Dans ce qui précède, nous avons constaté que les noyaux des cellules, dans le service de la transformation de la nourriture ou dans celui de l'excrétion, parcourent des transformations cycliques; également la grandeur des noyaux y change de manière cyclique. Tout au contraire, dans certaines cellules plus différenciées, la grandeur du noyau est à peu près constante. On ne voit pas de cycles de transformation. Les dernières cellules assimilent une nourriture déjà préparée par la première classe de cellules. Il est évident alors que l'activité si prononcée des noyaux de ces cellules est en rapport avec la transformation très vive de substances qui s'y produit. Les substances synthétisées dans l'intestin moyen ou dans le mésenchyme donnent le matériel à la croissance. Par la préparation appropriée du matériel, celle-ci peut s'accomplir d'une manière plus rapide dans les tissus en développement. La préparation des substances dans le noyau rend peut-être le matériel plus approprié à contribuer à la multiplication des noyaux. Il est très probable, d'après nos expériences avec la suralimentation par le jaune d'œuf, que les petits granules jaunâtres des cellules mésenchymateuses et ectodermiques forment un matériel qui contribue spécialement à la croissance des substances nucléaires. La multiplication des noyaux commence et dirige à un certain degré l'accroissement d'une certaine partie.

Il doit résulter des considérations faites dernièrement que les vives transformations dans certains noyaux de nos objets constituent un état de chose à quelque degré spécial. On ne peut pas s'attendre à trouver des phénomènes semblables de la même intensité dans les cellules moins chargées d'une activité transformatrice de matières nutritives.

Ascaris par exemple, parasite dans l'intestin du cheval ou dans celui du porc, résorbe une nourriture déjà préparée. D'après WEINLAND (1902), la dextrose se condense dans les tissus d'*Ascaris* en glycogène. KEMNITZ (1912), dans son travail déjà cité, étudie la

morphologie de ce phénomène. D'après cet auteur, la synthèse du glycogène se réalise dans le plasma. Le noyau ne participe pas directement au phénomène mentionné. Il se pourrait peut-être que les noyaux participent au phénomène d'une manière indirecte par l'élaboration de quelque ferment ; celui-ci serait expulsé dans le plasma d'une façon ou de l'autre. Toutefois, le noyau se comporte d'une manière plus passive que dans le cas de plusieurs cellules étudiées par nous.

Il est évident que, dans des cas différents, des phénomènes analogues peuvent se localiser ou dans le noyau ou dans le plasma. D'après SCHÖNBACH-ORTNER (1913), des dépôts de glycogène se produisent dans les *noyaux* de certaines cellules du Cestode *Caryophyllaeus*.

On pourrait dire que le rôle plus ou moins actif du noyau dans la transformation des matières est en rapport avec la différenciation du plasma. Chez les végétaux par exemple, des synthèses sont rattachées aux leucoplastes ; ceux-ci sont des organes localisés dans le plasma. En effet, LUNDEGÅRDH (1910), dans son travail cité déjà plusieurs fois, ne peut pas constater un échange de substances entre le noyau et le plasma. Chez des animaux, dans les cas correspondants, des ferments sont localisés dans le plasma. C'est une question à part de savoir si les ferments, etc., se forment pendant l'ontogénèse dans le noyau. Probablement le noyau s'engrène toujours en quelque sorte dans le mécanisme des transformations dans le plasma, même dans les cas où un échange de matériel ne peut être constaté par nos moyens de recherches.

Les fils « kinoplasmatiques », trouvés par LIDFORSS (1908), sont à interpréter peut-être dans ce sens. Les fils en question réunissent le noyau avec les chromatophores.

Outre son rôle direct dans la transformation des matières, le noyau joue peut-être un rôle indirect comme un centre énergétique. LOEB (1906) et R. S. LILLIE (1902) regardent le noyau comme un organe de l'oxydation. LILLIE veut avoir même prouvé cette hypothèse par des expériences. Naturellement, les oxydations dans la cellule ne sont pas uniquement rattachées au noyau (1). Il se peut pourtant qu'elles sont ici plus vives.

Nous avons observé, en des cas pathologiques relatés plus haut, que des lécithines et des substances grasses se séparent du plasma. Souvent ces substances s'accumulent dans le noyau. Il se pourrait qu'une accumulation se produise également sous des conditions normales, mais d'une manière beaucoup plus lente. Les substances mentionnées peuvent contribuer aux synthèses dans les noyaux ; mais il se pourrait qu'elles donnent, en outre, le matériel pour la combustion dans le noyau. Nous avons rendu probable que la respiration est augmentée sous l'effet de l'inanition. Il est alors assez remarquable que les noyaux dégénèrent si souvent sous les conditions de l'inanition. Les noyaux sont transformés souvent en des accumulations adipeuses. On peut y voir peut-être l'exagération d'un phénomène normal.

IV. — LA SUBDIVISION DU NOYAU.

Les types étudiés de la subdivision du noyau sont assez variés. Le catalogue suivant nous résume les résultats.

(1) Voir WARBURG (1913).

Catalogue des types de subdivision du noyau observés dans les larves examinées.

Le type 1. — Une fragmentation du noyau par bourgeonnement.

Les noyaux du mésenchyme non différencié (voir les figures 54 et 73).

Les noyaux de l'intestin antérieur (voir les figures 110 *a* et *b*, 112), des noyaux ectodermiques à la formation de l'épaulette, en quelques cas (voir les noyaux *c* et *d* de la figure 107), les noyaux de l'intestin moyen soumis à la suralimentation par le jaune d'œuf (voir la figure 29).

Le type 2. — Une division directe du noyau. Dans ce cas, une bipolarité se produit souvent dans le noyau avant la division. Deux caryosomes de la même grandeur se forment.

Les noyaux de l'intestin moyen (voir les figures 15, 27 et 28). Les noyaux ectodermiques à la formation des épaulettes (voir les noyaux *a* et *b* de la figure 107).

Le type 3. — Une cinèse simplifiée. Celle-ci se réalise dans les noyaux des bandes ciliaires des épaulettes, de la paroi orale et probablement dans les noyaux des cellules squelettogènes (voir les figures 103, 104, 105, 106).

Le type 4. — Des cinèses typiques s'effectuent dans les premiers stades du développement. Dans les stades avancés de gastrula, on observe encore des cinèses dans l'ectoderme. Ensuite, nous n'avons pu trouver des cinèses typiques. Il n'est pas impossible pourtant qu'il s'en produise encore dans les stades plus avancés. Nos observations ne sont pas très étendues sur ce point. Toutefois il est évident que les cinèses sont à un haut degré remplacées au cours du développement par des modes de division plus simples.

Les quatre types représentent une série de procédés qui se compliquent progressivement. Dans le type 1, nous avons le mode de division le plus simple. Une fragmentation multiple du noyau a été observée surtout chez différents Protozoaires: chez des Amibes, certains Foraminifères, etc. (voir le traité de DOFLEIN, 1909). Mais le phénomène en question peut être retrouvé également chez les Métazoaires. STRINDBERG (1913) le signale même pour les premiers stades du développement des termites.

P. BUCHNER (1913) signale la présence du phénomène de bourgeonnement dans l'oocyte de plusieurs insectes. Chez *Camponotus*, les bourgeons se détachent au fur et à mesure qu'ils se forment. Chez les *Ichneumonides*, les noyaux filles font corps assez longtemps avec le noyau mère. Ils se détachent dans la suite ensemble. Les noyaux émis sont beaucoup plus petits que le noyau mère. Ils subissent dans la suite une désagrégation. Évidemment, il s'agit d'un phénomène trophique. Par la mobilité des noyaux émis, certaines substances peuvent se répandre dans la cellule vaste et dense.

Dans les larves soumises à la suralimentation par le jaune d'œufs les substances nucléaires se ramassent vers la surface du noyau (voir les figures 29, 120, 121, 122). Le même phénomène a été observé quelquefois dans des noyaux mésenchymateux et ectodermiques des larves normales (voir les figures 52 et 107). Cette migration des substances vers la surface n'est pas sans intérêt. Le phénomène indique pour ainsi dire un besoin

d'une surface plus grande du noyau : ce besoin est compensé par la subdivision du noyau en plusieurs fragments.

Le mode de division des noyaux de l'intestin moyen ou du mésenchyme des larves suralimentées rappelle un peu le mode de multiplication du noyau chez la Radiolaire *Acanthometra* ; le mode de multiplication en question a été décrit par R. HERTWIG (1876). Dans ce cas, une couche périphérique de substances nucléaires se forme ; dans cette couche périphérique une formation de noyaux se réalise ; ces noyaux se détachent dans la suite.

Le mode déjà mentionné du bourgeonnement décrit par BUCHNER (1913) chez l'oocyt des *Ichneumonides*, semble appartenir à la même catégorie. Pourtant, dans ce cas, les bourgeons coiffent le noyau seulement d'un côté. Quelquefois des bourgeons simples se produisent également. Il en est ainsi souvent dans l'intestin moyen des larves soumises à la suralimentation. Il est à remarquer que les larves en question peuvent se développer normalement après avoir été mises sous des conditions normales de la nutrition.

Le type 2 présente un procédé plus différencié que le type 1. La subdivision se fait en parties égales. On voit, comme il a été déjà mentionné, se produire une bipolarité des substances nucléaires. La caryotine non décomposée se partage probablement en deux parties égales : on observe ce fait très bien dans les noyaux de l'intestin représentés dans la figure 28. Même les cristaux se sont divisés en deux ; par conséquent le résultat doit être le même qu'à la suite d'une cinèse ; seulement il n'y a pas de chromosomes. Les conditions de la division du noyau dans le cas en question ont été discutées déjà dans la partie descriptive. Nous sommes arrivés à la conclusion que le facteur principal réside dans une augmentation de la quantité de la « substance permanente ». Il se produit un dualisme qu'on voit dans la formation des deux caryosomes. Bientôt une répulsion se produit entre les derniers. Ils se séparent en arrangeant autour d'eux les autres substances nucléaires. Les forces actives ne sont probablement pas d'une autre nature que dans le cas de la séparation des chromosomes dans une cinèse (voir LUNDEGÅRDH, 1912).

Nous avons rencontré encore un facteur qui contribue au déclenchement d'une division du noyau. Ce facteur réside dans un rapport entre la quantité de la caryotine et la grandeur de la surface du noyau. Ce rapport dépend probablement d'un chémotactisme de la caryotine vers le milieu entourant le noyau. Nous avons constaté ce chémotactisme plusieurs fois ; il se manifeste très nettement dans le cas des noyaux mésenchymateux des larves suralimentées par le jaune d'œuf.

A propos de nos constatations précédentes, il faut se rappeler la règle de BOVERI (1905) d'un rapport entre le nombre des chromosomes et la grandeur de la surface du noyau.

Il doit résulter de ce qui précède que les facteurs déclanchant la division du noyau sont de nature plus compliquée que le changement du quotient $\frac{\text{noyau}}{\text{plasma}}$.

D'après R. HERTWIG (1907), ce changement produit une « tension » entre le noyau et le plasma compensée par la division.

Le type 3 représente encore un pas vers la complication de la cinèse. Nous l'avons désigné sous le nom de *cinèse primitive*. On n'observe pas en général de prophase. La

plaque équatoriale se forme à membrane intacte. Cet état de choses rappelle ce qu'on a trouvé chez plusieurs Protozoaires, par exemple chez *Actinosphaerium Eichorni* (R. HERTWIG, 1884). Dans ce dernier cas, la membrane ne disparaît pas dans la suite comme dans le cas décrit dans ce travail.

Le nombre de chromosomes concorde avec le nombre des caryosomes dans le noyau au repos. Il y a, par suite, en général, cinq chromosomes auxquels s'ajoute en plusieurs cas un petit chromosome accessoire ; celui-ci émigre dans l'un des noyaux filles. Le nombre de chromosomes ne concorde aucunement avec le nombre trouvé dans les premiers stades du développement.

Nous n'avons pu constater de rayonnement dans le plasma. Aux deux pôles on voit pourtant se former souvent deux parties plus claires que le reste du plasma.

Les cinèses typiques n'ont pas été spécialement étudiées par nous. On les trouve représentées par exemple chez SCHAXEL (1910). Avant la division, la quantité de la caryotine augmente. Une prophase existe pendant laquelle les structures sont arrangées en anse spirémique. A ce stade, la membrane disparaît.

Les types 1 à 3 représentent, semble-t-il, toutes les transitions entre le mode le plus primitif de la subdivision du noyau et la cinèse. Nos résultats peuvent donner peut-être quelques indications sur la phylogénèse de la division indirecte. Il faut observer pourtant que, dans notre cas, la primitivité des modes de division doit être de nature secondaire. Dans les premiers stades du développement, le mode de division le plus compliqué, la division indirecte se réalise. Il nous reste à poursuivre les facteurs qui peuvent modifier le mode de division au cours du développement.

Les phénomènes de la division du noyau et de celle du plasma à la cinèse représentent deux cycles d'évolution relativement indépendants jusqu'à la métaphase (LUNDGÅRDH, 1912). Une bipolarité se produit dans le plasma. En même temps, les substances nucléaires commencent à se préparer pour la division. Sous l'activité des centres plasmatiques, la membrane disparaît. Les chromosomes se distribuent vers les deux pôles.

Il paraît maintenant que la bipolarité plasmatique ne se produit pas dans la plupart des cellules de la larve plus avancée dans le développement. L'un des cycles de la division indirecte est alors supprimé. Il nous reste à en trouver les raisons. Probablement différents facteurs jouent un rôle à cet effet. Les cellules de l'intestin moyen sont bourrées de particules nutritives. En outre, l'activité physiologique permanente des cellules peut empêcher la formation des centres plasmatiques. Dans le mésenchyme nutritif, la forme indéfinie et la nature syncytiale des éléments cellulaires peuvent contribuer à la suppression des centres du plasma.

A cause de la suppression des centres plasmatiques, la membrane se conserve. Une certaine bipolarité se produit des substances nucléaires. Une subdivision du noyau se réalise, soit par une réduction locale de la tension superficielle (voir la figure 28), soit par une migration active des deux parties. Dans le dernier cas, les noyaux peuvent être réunis quelque temps par un fil mince (voir la figure 27). Secondairement, après la division du noyau, une division du plasma peut se réaliser. Les noyaux agissent à cet effet comme des centres.

La division directe du noyau pendant le développement embryonnaire a été observée dans plusieurs cas. Il suffit de renvoyer aux travaux de CHILD (1907), MAXIMOW (1908), PATTERSON (1908). CHILD suppose que la division directe se produit quand la résorption excède la transformation du matériel dans le noyau. C'est cela plutôt une règle qu'une explication. Cette règle est, en outre, soumise à des exceptions : rappelons le cas de l'oocyte ; une grande quantité de matériel se dépose dans le noyau ; pourtant, une cinèse se produit.

La bipolarité n'est pourtant pas très stable ; on le voit d'après les résultats donnés par l'intestin moyen des larves suralimentées par le jaune d'œuf. Dans ces conditions, les noyaux se sont frangmentés par un bourgeonnement multiple. Ce même phénomène se produit normalement dans les noyaux du mésenchyme nutritif (type 1), ainsi que sous certaines conditions dans les noyaux de la bande ciliaire, ou dans ceux de la paroi ectodermique orale.

Par contre, dans les divisions du type 3, la bipolarité est plus stable ; la subdivision est ici plus minutieuse ; les noyaux ont une organisation plus déterminée que ceux du mésenchyme nutritif. Les noyaux lobés présentent pourtant un type un peu aberrant ; ce type se transforme très facilement en le type à noyaux arrondis.

Dans le type 3, une polarité du plasma se produit évidemment au cours de la division nucléaire ; des substances hyalines se concentrent aux deux pôles.

Une division du type 3 peut être précédée par des divisions des types 1 ou 2. Ce fait a été démontré par la figure 107. Nous y avons vu des noyaux en division directe ainsi que des noyaux qui se préparent pour le bourgeonnement. Ce processus se produit suivant le même mode qu'à la suite de la suralimentation par le jaune d'œuf.

La présence de modes de division plus primitifs dans le premier développement de l'épaulette est en quelque sorte en rapport avec la vive croissance à cette époque. Les conditions de la nutrition sont évidemment excellentes. Le noyau gonfle par résorption de matières nutritives ; l'organisation du noyau typique de la bande ciliaire est altérée. En outre, le vif chémotactisme au plasma dérange évidemment le mécanisme minutieux de l'individualisation en caryosomes et leur subdivision en parties égales. L'effet le plus extrême de ce chémotactisme se produit dans les noyaux où une émigration des substances nucléaires vers la surface s'accomplit.

La question a été discutée de savoir si la division directe et la division indirecte peuvent se remplacer. Les recherches de PFEFFER (1899) et celles de NATHANSON (1900) ont démontré qu'il en est ainsi chez *Spirogyra*. Sous l'effet d'un traitement par l'éther, la subdivision du noyau se réalise de manière directe. Le réactif enlevé, des divisions indirectes de type normal peuvent se réaliser. Il suffit de renvoyer en outre aux expériences de HAECKER (1899) chez les œufs des Copépodes et aux expériences de GURWITSCH chez l'œuf de *Triton* (voir la figure 176 de son traité, 1904).

Dans notre cas, il s'agit d'une cinèse à quelque degré simplifiée par rapport aux cinèses du premier développement. Mais toutefois, il y a des caryosomes et des chromosomes individualisés.

Ce qu'il y a de particulier dans les processus décrits par nous réside évidemment

dans la présence d'un bourgeonnement, qui précède la mitose simplifiée. Dans ce cas, il ne peut s'agir d'une subdivision des substances nucléaires en des parties égales. Des parties se détachent qui représentent n'importe quelle fraction de la quantité totale du matériel appartenant à un noyau.

La fraction détachée peut évidemment régénérer toutes les substances qui composent les différents caryosomes et chromosomes, qui s'individualisent. La caryotine chez le noyau au repos est probablement un mélange très intime des substances intégrantes. La caryotine au repos représentant un système continu, ce mélange peut se faire.

Des observations sur une différence de forme et de grandeur des chromosomes ont été faites par MONTGOMERY (1901, 1904), BONNEVIE (1906), BOVERI (1890, 1905, 1907), BALTZER (1909), etc. Ces observations ont amené à supposer une certaine différence qualitative des chromosomes. BOVERI (1907) a voulu donner à cette idée une base expérimentale. Au premier abord il paraît peut-être que l'idée mentionnée d'une « différence qualitative » des chromosomes soit en contradiction avec nos résultats considérés dernièrement. On se rappelle pourtant que les substances intégrantes sont mêlées très intimement dans la caryotine du noyau au repos, comme il a été déjà mentionné. Il en est probablement de même dans les noyaux qui se préparent au bourgeonnement. De cette façon, chaque bourgeon peut enfermer toutes les substances intégrantes; les bourgeons détachés n'ont qu'à assimiler pour devenir des noyaux typiques; dans la suite, des caryosomes et des chromosomes peuvent s'individualiser dans ces noyaux; ils peuvent subir la division du type 3.

Dans les noyaux arrondis à caryosomes distincts, le mélange des substances de la caryotine est peut-être moins intime. Les caryosomes présentent peut-être quelques différences qualitatives.

Il est d'un intérêt particulier de voir que le type 3 rappelle à un haut degré des phénomènes décrits par WASSILIEFF (1902); cet auteur analyse au point de vue cytologique les phénomènes qui se produisent dans l'œuf non fécondé de l'Oursin, sous l'effet de certains réactifs. Il était commun aux réactifs choisis qu'ils déclenchent d'une manière plus ou moins effective une parthénogénèse. Le mode de division s'est montré plus ou moins aberrant. Il en était ainsi surtout dans le cas du traitement par la nicotine. La membrane nucléaire disparaît; mais les centres du plasma ne se mettent pas en activité; l'espace nucléaire reste assez bien limité vers le plasma, en gardant une forme presque arrondie. Dans l'espace nucléaire, des fils se forment, arrangés d'abord irrégulièrement; ensuite ils s'arrangent à former un fuseau. Maintenant le fuseau s'allonge; ce phénomène produit un rayonnement dans le plasma aux deux pôles opposés du fuseau.

La ressemblance est frappante entre les phénomènes décrits par WASSILIEFF, et ceux qui se produisent dans notre type 3 de la division.

Seulement, dans le dernier cas, la membrane reste intacte plus longtemps. Nous avons pu souvent entrevoir une faible striation longitudinale dans le fuseau analogue à celle décrite par WASSILIEFF. Évidemment, dans les deux cas, une certaine bipolarité du plasma se produit sous l'effet de l'allongement du fuseau. Un rayonnement n'a pas été observé pourtant dans notre cas. WASSILIEFF ne donne pas d'indications sur le nombre de

chromosomes dans les œufs traités par la nicotine. De ses figures, il est évident que le nombre de chromosomes est inférieur à celui qui se produit sous l'effet du traitement par la strychnine. Ce réactif exerce une action plus favorable pour la réalisation des phénomènes de division.

Les figures de WASSILIEFF sont faites d'après des coupes. Par suite, on ne peut pas compter le nombre de chromosomes d'après les figures. Il serait possible que des chromosomes se trouvaient encore dans d'autres coupes faites par le même œuf. Mais il est curieux qu'on voie dans les figures 4, 5, 6 et 7 de WASSILIEFF cinq chromosomes ou cinq paires de chromosomes.

Comme il a été dit, le nombre de chromosomes semble plus grand dans les œufs traités par la strychnine. Les coupes sont faites de la même façon dans les deux cas, à en juger par les indications données. Il se pourrait alors que le nombre de chromosomes se réduise dans la division nucléaire provoquée par le traitement avec la nicotine. Ce fait rappelle les phénomènes observés dans notre type 3. En outre, les chromosomes ont une forme ramassée tant dans les divisions de notre type mentionné que dans le cas des œufs traités par la nicotine. Dans les divisions normales des premiers stades du développement, les chromosomes ont plutôt la forme de baguettes.

La comparaison que nous venons de faire amène à supposer que la division de notre type 3 représente une cinèse à quelque degré arrêtée. L'arrêt réside, comme dans les expériences de WASSILIEFF, dans l'inactivité du plasma. Par l'activité du noyau, une bipolarité du plasma se produit ensuite.

Dans les types 1 et 2, la polarisation du plasma se produit encore plus tard. La division du noyau accomplie, chaque noyau fille du noyau ramasse autour d'elle un certain rayon de plasma.

Les noyaux eux-mêmes agissent à cet effet en centres, comme il a été déjà dit (voir par exemple les figures 55 et 56). Une certaine répulsion se produit entre les noyaux.

Nos considérations prouvent d'une manière évidente qu'il n'y a pas de différence de principe entre la division directe et la division indirecte du noyau. Nous avons trouvé dans l'objet étudié une série assez complète de transitions, du mode le plus simple de la division — la fragmentation — jusqu'à la cinèse. Nos résultats confirment par suite les conclusions auxquelles arrive R. HERTWIG (1898), par une comparaison des modes différents de division du noyau chez les Protozoaires : on peut trouver tous les stades de transitions entre les types les plus primitifs de la division nucléaire et celui du phénomène compliqué de la cinèse.

Ce travail a été poursuivi pendant l'année 1912 et pendant le printemps de l'année 1913 au Musée océanographique de Monaco.

Qu'il me soit permis d'exprimer à cet endroit mes remerciements les plus respectueux à S. A. S. le Prince de Monaco; grâce à son appui, il m'a été possible d'achever les recherches dont ce mémoire ne constitue qu'une partie; grâce à sa bienveillance, ce mémoire a pu paraître dans les *Annales de l'Institut Océanographique*.

Ce m'est, en outre, un cher devoir d'exprimer mes très vifs et sincères remerciements au directeur du Musée océanographique, M. le D^r J. RICHARD ; en effet, mon travail a été facilité par tous les moyens possibles.

Également, je reste en grande obligation à M. le D^r M. OXNER dont le secours m'a été si souvent utile. Enfin, j'adresse mes remerciements à M. le Professeur L. JOUBIN, qui a bien voulu admettre mon travail dans les *Annales de l'Institut Océanographique*

Pendant l'été et l'automne de 1913, j'ai pu contrôler et poursuivre certaines observations sur le matériel fixé dans l'Institut de zoologie de l'Université de Stockholm. J'exprime ici toute ma gratitude à mon maître très estimé, M. le Professeur W. LECHE, de l'intérêt qu'il a bien voulu montrer pour mon travail.

Pendant les premiers six mois de mon séjour à Monaco, j'ai profité d'une bourse de *Kungl. Svenska Vetenskapsakademien* et de l'institution *Lars Hiertas minne*.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

- ALBRECHT E. (1903). — Experimentelle Untersuch. über die Kernmembran. Beitr. z. path. Anat. *Festschr. f. Bollinger*.
- ALLEN E.-J., NELSON E. W. (1910). — On the artificial culture of marine Plancton organisms. *Journ. Mar. Biol. Assoc.*, vol. VIII, n° 5.
- BALTZER. (1909). — Die Chromosomen von *Strongylocentrotus lividus* und *Echinus microtuberculatus*. *Arch. f. Zellforsch.*, Bd. 2.
- BAMBEKE CH. VAN (1897). — Recherches sur l'oocyte de *Pholcus phalangoides*. *Arch. de Biol.*, Bd. 15.
- BENDA C. (1901). — Die Mitochondrienfärbung und andere Methoden zur Untersuchung d. Zellsubstanzen. *Verh. d. anat. Gesellsch.*, Bd. 15.
- BONNEVIE K. (1906). — Untersuchungen über Keimzellen I. *Jenaische Zeitschr. f. Naturwissenschaft*, Bd. 41.
- BOVERI T. (1890). — Zellenstudien, Heft 3. Jena.
- (1905). — Zellenstudien, Heft 5. Jena.
- BUCHNER P. (1913). — Die trophochromatischen Karyomeriten des Insekteneies und die Chromidienlehre. *Biol. Zentralbl.*, Bd. 33.
- BURIAN (1906). — Chemie d. Spermatozoen. *Ergebn. d. Physiologie*, Jahrg. 5.
- BURY (1899). — Embryology of Echinoderms. *Quart. Journ. Micr. Sc.*, 29.
- (1895). — Metamorph. of Echinoderms. *Quart. Journ. Micr. Sc.*, 38.
- CHILD (1907 a). — Amitosis as a Factor in normal and regulatory Growth. *Anat. Anz.*, Bd. 30.
- (1907 b). — Studies in the Relation between Amitosis and Mitosis. *Biol. Bull.*, vol. XII.
- DEBAISIEUX (1912). — Recherches sur les coccidies. *La Cellule*, t. XXVII.
- DOFLEIN (1907). — Fortpflanzungserscheinungen bei Amöben und verwandten Organismen. *Sitz. ber. d. Ges. f. Morph. u. Physiol.* München.
- (1909). — Lehrbuch d. Protozoenkunde. Jena.
- DRIESCH H. (1896). — Die taktische Reizbarkeit d. mesenchymzellen von *Echinus*. *Archiv. f. Entw.-Mech.*, Bd. 3.
- FLEMMING W. (1882). — Zellsubstanz, Kern und Zellteilung. Leipzig.
- GODLEWSKI E. jun. (1908). — Plasma und Kernsubstanz in der normalen u. in der durch äussere Faktoren veränderte Entwicklung der Echiniden. *Arch. f. Entw.-Mech.*, Bd. 26.
- GOLDSCHMIDT R. (1904). — Der Chromidialapparat lebhaft funktionierender Gewebszellen. *Zool. Jahrb. Abt. f. Anat. u. Ontogen.*, Bd. 21.
- (1909). — Das Skelett d. Muskelzelle von *Ascaris* nebst Bemerkungen über den Chromidialapparat der Metazoenzelle. *Arch. f. Zellforsch.*, Bd. 4.
- GURWITSCH A. (1904). — Morphologie und Biologie d. Zelle. Jena.
- HAECKER V. (1895). — Die Vorstadien d. Eireifung. *Arch. f. micr. Anat.*, Bd. 45.
- (1899). — Praxis und Theorie d. Zellen- und Befruchtungslehre. Jena.
- HAMMAR J.-A. (1913). — Lipoidbildung in d. weissen Blutkörperchen. *Kongl. Sv. Vetensk. Akad. Förh.* Bd. 49.

- HARTMANN (1909). — Polyenergide Kerne. *Biol. Zentralbl.*, Bd. 29.
- HEIDENHAIN (1907). — Plasma und Zelle. Jena.
- HERBST C. (1897). — Über die zur Entwicklung d. Seeigellarven notwendigen anorganischen Stoffe, ihre Rolle und Vertretbarkeit. I Teil, Die zur Entwicklung notwendigen Stoffe. *Arch. f. Entw.-Mech.*, Bd. 5.
- (1899). — Ueber das Auseinandergehen von Furchungs- und Gewebezellen im kalkfreien Medium. *Arch. f. Entw.-Mech.*, Bd. 9.
- (1901). — Formative Reize in d. tierischen Ontogenese. Leipzig.
- (1904). — Ueber die zur Entwicklung d. Seeigellarven notwendigen anorganischen Stoffe, etc. III Teil, Die Rolle d. notwendigen anorganischen Stoffe. *Arch. f. Entw.-Mech.*, Bd. 17.
- (1906). — Vererbungsstudien IV. Das Beherrschen d. Hervortretens d. mütterlichen Charaktere (Kombination von Parthenogenese und Befruchtung). *Arch. f. Entw.-Mech.*, Bd. 22.
- HERTWIG O. (1878). — Beiträge z. Kenntniss d. Bildung, Befruchtung. Teilung d. tierischen Eies. *Morph. Jahrb.*, Bd. 4.
- (1884-85). — Das Problem d. Befruchtung und d. Isotropie d. Eies, eine Theorie d. Vererbung. *Jenaische Zeitschr. f. Naturw.*, 2 F., t. II.
- HERTWIG R. (1876). — Zur Histologie d. Radiolarien. Leipzig.
- (1878). — Der Organismus d. Radiolarien. Jena.
- (1898). — Kernteilung, Richtungskörperbildung und Befruchtung von *Actinosphaerium*. *Abh. bayr. Akad. München.*
- (1899). — Encystierung und Kernvermehrung bei *Arcella vulgaris*. *Festschr. f. Kupffer*. Jena.
- (1902). — Die Protozoen und die Zelltheorie. *Arch. f. Protistenkunde.*, Bd. 1.
- (1903). — Ueber Korrelation von Kern- und Zellgrösse. *Biol. Zentralbl.*, Bd. 23.
- (1907). — Ueber den Chromidialapparat und den Dualismus d. Kernsubstanzen. *Sitz. ber. d. Ges. f. Morph. u. Physiol. München.*, Bd. 23.
- HERWERDEN M. (1913). — Ueber die Nucleaswirkung auf tierische Zellen. Ein Beitrag z. Chromidienfrage. *Arch. f. Zellforsch.*, Bd. 10.
- JENKINSON J.-W. (1911). — On the development of isolated peaces of the gastrula of the Sea-Urchin *Strongylocentrotus lividus*. *Arch. f. Entw.-Mech.*, Bd. 32.
- JÖRGENSEN (1910). — Beiträge z. Kenntniss d. Eibildung, Reifung, Befruchtung und Furchung bei Schwämmen (Syconen). *Arch. f. Zellforschung*. Bd. 4.
- KEMNITZ G. v. (1912). — Morph. d. Stoffwechsels bei *Ascaris lumbricoides*. Ein Beitrag z. physiologisch-chemischen Morph. d. Zelle. *Arch. f. Zellforsch.*, Bd. 7.
- KORSCHOLT (1891). — Beitr. z. Morph. u. Physiol. d. Zellkernes. *Zool. Jahrb.*, Bd. 4.
- (1896 a). — Ueber die Struktur d. Kerne in d. Spinndrüsen d. Raupen. *Arch. f. mikr. Anat.*, Bd. 47.
- (1896 b). — Zellmembranen in den Spinndrüsen d. Raupen. *Ibid.*, Bd. 47.
- (1896 c). — Ueber den Bau d. Kerne in den Spinndrüsen d. Raupen. *Ibid.*, Bd. 49.
- KORSCHOLT u. HEIDER (1901). — Lehrbuch d. vergl. Entwicklungsgesch. wirbelloser Tiere.
- LEHMAN O. (1906). — Fliessende Kristalle und Organismen. *Arch. f. Entw.-Mech.*, Bd. 21.
- LIDFORSS B. (1908). — Ueber kinoplasmatische Verbindungsfäden zwischen Zellkern und Chromatophoren. *Lunds Univ. Årsskrift N. F.*, Bd. 4.
- LILLIE R.-S. (1902). — On the oxydative properties of the cell-nucleus. *Amer. Journ. Phys.*, vol. VII.
- LOEB J. (1906). — The Dynamics of living Matter. *Columbia Univ. Biol. Ser. New York.*, vol. 8.
- (1909). — Die chemische Entwicklungserregung d. tierischen Eies. Berlin.
- LUNDEGÅRDH H. (1910). — Ein Beitrag z. Kritik zweier Vererbungshypothesen. Ueber Protoplasmastrukturen in den Wurzelmeristemzellen von *Vicia faba*. *Jahrb. f. wiss. Botanik.*, Bd. 48.
- (1912 a). — Fixierung, Färbung und Nomenklatur d. Kernstrukturen. Ein Beitrag z. Theorie d. zytologischen Methodik. *Arch. f. mikr. Anat.*, Bd. 80. Abt. I.
- (1912 b). — Das Caryotin im Ruhekern und sein Verhalten bei der Bildung und Auflösung d. Chromosomen. *Arch. f. Zellforsch.*, Bd. 9.

- LUNDEGÅRDH H. (1912 c). — Chromosomen, Nukleolen und die Veränderungen im Protoplasma bei d. Karyokinese. *Beitr. z. Biol. d. Pflanzen.*, Bd. 11.
- (1912 d). — Die Morphologie d. Kernes und d. Teilungsvorgänge bei höheren Organismen. *Archiv. f. Botanik*, Bd. 12.
- (1912 e). — Om protoplasmastruktur. *Svensk. Botanisk Tidskrift.*, Bd. 6.
- MARCUS H. (1907). — Ueber d. Aggregatzustand d. Kernmembran. *Sitzber. d. Ges. f. Morph. u. Physiol. München.*, Bd. 23.
- MATHEWS (1898). — A Contribution to the Chemistry of Cytological Staining. *Am. Journ. Physiol.*, I.
- MAXIMOV A. (1908). — Ueber Amitose in d. embryonalen Geweben bei Säugetieren. *Anat., Anz.* Bd. 33.
- METSCHNIKOFF E. (1883). — Unters. über intracelluläre Verdauung bei wirbellosen Tieren. *Arb. a. d. zool. Inst. zu Wien.*, Bd. 5.
- MICHAELIS L. (1909). — Dynamik d. Oberflächen. Dresden.
- MIESCHER F. (1896). — Phys.-Chem. Unters. ü. d. Lachsmilch. *Arch. (Anat. u.) Phys.*, 37.
- MONTGOMERY T. H. (1901). — A study of the germcells of metazoa. *Trans. Amer. phil. Soc.*, Bd. 20.
- (1904). — Some observations and considerations upon the maturation phenomene of the germ cells. *Biol. Bull.*, Bd. 6.
- MOROFF T. (1909). — Oogenetische Studien I. *Arch. f. Zellforsch.*, Bd. 2.
- (1910). — Ueber vegetative u. reproduktive Erscheinungen bei Thalassicolla. *Festschr. f. R. Hertwig. Jena.*
- NATHANSON A. (1900). — Physiologische Untersuchungen über Zellteilung. *Jahrb. f. wiss. Botanik.*, Bd. 35.
- NOWIKOFF M. (1908). — Beobacht. über die Vermehrung d. Knorpelzellen nebst einigen Bem. über die Struktur d. hyalinen Knorpelgrundsubstanz. *Zeitschr. f. Wissenschaft. Zool.*, Bd. 90.
- OVERTON E. (1900). — Studien über d. Aufnahme d. Anilinfarben durch die lebende Zelle. *Jahrb. f. wiss. Botanik.*, Bd. 34.
- PAECHTNER J. (1910). — Chemie d. Eier. *Handb. d. Biochemie*, 3.
- PATTERSON J.-TH. — Amitosis in the pigeons Egy. *Anat. Anz.*, Bd. 6.
- PFEFFER W. (1886). — Untersuchungen Tübingen. Bd. 2.
- (1899). — Über die Erzeugung und physiologische Bedeutung d. Amitose. *Ber. königl. Sächs. Ges.*
- PÜTTER (1908). — Studien zur vergleichenden Physiologie d. Stoffwechsels. *Abh. k. Ges. Wiss. Göttingen. Math. Phys. Kl.* Bd. 6.
- RETZIUS G. (1912). — Zur Frage v. dem Problem d. Protoplasmastruktur. *Biol. Untersuch.*, N. F., Bd. 17.
- RUNNSTRÖM J. (1911). — Untersuchung. über d. Permeabilität d. Seeigeleies f. Farbstoffe. *Ark. f. Zool.*, Bd. 7.
- (1912 a). — Sur l'appareil excréteur chez la larve de *Strongylocentrotus lividus*. *Bull. de l'Inst. océanograph.*, n° 240.
- (1912 b). — L'effet de l'inanition sur la larve de l'oursin. *Bull. de l'Inst. océanograph.*, n° 245.
- (1912 c). — Quelques observations sur la variation et la corrélation chez la larve de l'Oursin. *Bull. de l'Inst. océanograph.*, n° 247.
- SCHAUDINN F. (1903). — Untersuchungen über die Fortpflanzung einiger Rhizopoden. *Arb. a. d. Kais. Gesundheitsamt.*, Bd. 19.
- SCHAXEL J. (1909). — Die Morphologie d. Eiwachstums u. d. Folbikelbildung bei d. Ascidien. Ein Beitrag z. Frage d. Chromidien bei den Metazoen. *Arch. f. Zellforsch.*, Bd. 4.
- (1910). — Das Zusammenwirken d. Zellbestandteile bei d. Eireifung, Furchung u. ersten Organbildung, bei d. Echinodermen. *Arch. f. microscop. Anat.*, Bd. 76.
- SCHILLER J. (1909). — Ueber künstl. Erzeugung « primitiver » Kernteilungsformen bei Cyclops. *Arch. f. Entw.-Mech.*, Bd. 27.
- SCHÖNBACH-ORTNER P. (1913). — Zur Morphologie d. Eiglykogens bei Trematoden und Cestoden. *Arch. f. Zellforsch.*, Bd. 11.
- SCHULTZ (1897). — Fettgehalt d. Blutes beim Hunger (Kaninchen und Tauben). *Pflügers Arch.*, Bd. 65.
- SELENKA (1897). — Keimblätter und Organanlage d. Echiniden. *Zeitschr. f. wiss. Zoologie.*, Bd. 33.

- STRASSBURGER E. (1884). — Neue Untersuchungen über d. Befruchtungsvorgang bei d. Phanerogamen als Grundlage für eine neue Theorie d. Zeugung. Jena.
- STRICKER (1877). — Ueber die Entstehung d. Kernes. *Wiener Akad. Sitzungsber.*
- STRINDBERG H. (1913). — Embryologische Studien an Insekten. *Zeitschr. f. wiss. Zoo.*, Bd. 106.
- THÉEL H. (1892). — On the Development of *Echinocyamus pusillus*. Upsala.
- (1894). — Formation and Absorption of Skeleton in Echinoderms. *Öfvers. K. Vet. Akad. Förh.*, n° 8.
- (1896). — Remarks of the activity of amœboid cells in the Echinoderms. *Festskrift f. Ziljeborg.*
- (1912). — Some notes of the development of *Echinocardium cordatum* and *Parchinus miliaris*, *Kongl. Sv. Vetensk. Akad. Förh.*, Bd. 49.
- WARBURG O. (1913). — Ueber die Wirkung d. Struktur auf chemische Vorgänge in Zellen. Jena.
- WASSILIEFF A. (1902). Ueber künstliche Parthenogenesis d. Seeigeleies. *Biol. Centralbl.*, Bd. 22.
- (1907). — Die Spermatogenese von *Blatta germanica*. *Arch. f. micr. Anat.*, Bd. 70.
- WEINLANDT (1902). — Ueber die Bildung von Glykogen aus Kohlehydraten bei *Ascaris*. *Zeitschr. f. Biologie.*, Bd. 43.
- VIGIER (1901). — Les pyrénosomes dans les cellules de la glande de digestion de l'écurisse. *Bibl. Anat.*
- VOLTZ (1910). — Milchdrüse und Milchsekretion. Vergleichende Chemie d. Milch. *Handb. d. Biochemie*, 3.
- WOODLAND W. (1906). — Studies in spicule formation III. On the mode of formation of the spicular skeleton in the pluteus of *Echinus*. *Quart. Journ. Micr. Sc.*, N.S., vol. 49.
-

TABLE DES MATIÈRES

PRÉFACE.....	I
A. — <i>Partie descriptive</i>	5
I. — Les cellules de l'intestin moyen.....	5
a) <i>Echinus microtuberculatus</i>	5
b) <i>Paracentrotus lividus</i>	40
II. — Les cellules de l'intestin postérieur.....	60
a) <i>Echinus microtuberculatus</i>	61
b) <i>Paracentrotus lividus</i>	63
III. — Les cellules mésenchymateuses.....	66
1° Les cellules non pigmentaires.....	66
a) <i>Echinus microtuberculatus</i>	70
b) <i>Paracentrotus lividus</i>	84
Appendice : le rôle des cellules mésenchymateuses dans la métamorphose.....	98
2° Les cellules pigmentaires.....	100
IV. — Les cellules de la paroi ectodermique et de l'intestin antérieur.....	113
1° Les cellules de la paroi ectodermique.....	113
2° Les cellules de l'intestin antérieur.....	128
B. — <i>Partie expérimentale</i>	131
I. — Les phénomènes de la désorganisation.....	131
II. — L'effet de la suralimentation.....	136
III. — L'effet de la résorption de colorants et de l'encre de Chine.....	145
IV. — La régénération.....	148
V. — L'influence de l'eau de mer exempte de potassium.....	151
C. — <i>Résumé et discussion générale</i>	154
I. — La morphologie et la différenciation du noyau en repos.....	154
II. — Les enclaves du plasma.....	163
III. — L'échange des matières entre le noyau et le plasma.....	164
IV. — La subdivision du noyau.....	173
INDEX BIBLIOGRAPHIQUE.....	181

7417-17. — CORBEIL. IMPRIMERIE CRÉTÉ.

Untersuchungen über die Absorption des Lichts im Seewasser.

ZWEITER TEIL

VON KLAUS GREIN,

Bergen.

Methodisches.

Im ersten Teil dieser Arbeit habe ich zu zeigen versucht, in welcher Weise man aus den in verschiedenen Tiefen des Meeres erhaltenen Plattenschwärzungen auf die dort vorhandenen Lichtmengen Rückschlüsse ziehen könne. Im Wesentlichen besteht die Methode darin, dass die Schwärzung einer durch genau bekannte Zeit exponierten photographischen Platte mit einer auf derselben Plattensorte hergestellten Skala verglichen wird, deren Schwärzungsgrade bekannten Lichtmengen entsprechen.

Anlässlich der Besprechung dieser Skala hatte ich nun auf die Unzulänglichkeiten meiner Methode hingewiesen, die nur zum Teil durch mühsames Hinarbeiten auf einen ganz bestimmten Schwärzungsgrad, den « Normalton » ausgeglichen werden konnten. Die verwendete selbstgefertigte Skala wies mangelhafte Gradation auf und die Vergleichung der Proben mit dieser Skala erfolgte mit unbewaffnetem Auge. Nunmehr aber bin ich dank dem Entgegenkommen des Musée océanographique in der Lage, ein für andere Zwecke erdunkeltes, aber mit geringen Veränderungen auch für uns brauchbares System der Messung von Plattenschwärzungen anzuwenden, nämlich J. M. Eder's « System der Sensitometrie photographischer Platten » (1). Dieses ist von seinem Erfinder so ausführlich beschrieben worden, dass hier nur soweit darauf eingegangen werden soll, wie das Verständnis es erfordert.

Mittels des Scheiner'schen Sensitometers (Eders Handbuch der Photographie, Bd. 1/3, Seite 271) wird eine Schwärzungsskala hergestellt, deren einzelne Felder einer

(1) Sitzungsberichte Akad. Wissensch., Wien, 1899 und 1900. Ferner in Eders Handbuch. Bd. 1/3, Seiten 208-218.

Helligkeitszunahme von 1: 1,27 entsprechen. Bei bekannter Intensität der Lichtquelle, bekannter Expositionsdauer und genau eingehaltener Entwicklungsart (Normalentwicklung) entsprechen dann die Schwärzungsgrade der Skala bekannten Lichtmengen.

Um die Schwärzung der Proben mit einer solchen Scheinerskala vergleichen zu können, bedient man sich des Hartmann'schen Mikrophotometers (Eders Handbuch, Bd. 1/3,

Seite 204). Hierbei wird entweder der Photometerkeil des Instruments nach der Scheinerskala geeicht, oder aber die Proben werden mit der direkt im Photometer montierten Skala verglichen.

Die Mikrophotometer, wie das Hartmann'sche oder jenes nach Professor Miethe, welches Nikolprismen an Stelle des Photometerkeils setzt, wurden ursprünglich für astronomische Zwecke konstruiert und zwar in erster Linie zum Bestimmen von Sternhelligkeiten. Sie besitzen eine Reihe von Vorrichtungen die ausschliesslich diesen Zwecken dienen und sind mit Mikroskopobjektiven ausgestattet, so dass man das Plattenkorn einer ganz kleinen Stelle der Platte scharfstellen kann. Diese Mikrophotometer sind grosse, fürs Laboratorium geschaffene Apparate, die man den Zufälligkeiten an Bord eines Untersuchungsschiffes nicht aussetzen mag. Eine Reihe von Untersuchungen zeigte mir nun, dass extrafokale Schwärzungsmessungen immer genau die gleichen Werte geben wie bei sichtbarem Korn, wenn nur der Abstand beider Objektive von Platte und Skala der gleiche ist. Scharfstellen des Plattenkornes ist somit für die vorliegenden Zwecke unnötig, die Mikroskopobjektive können wegfallen und ein Instrument welches den hier gestellten Anforderungen genügt,

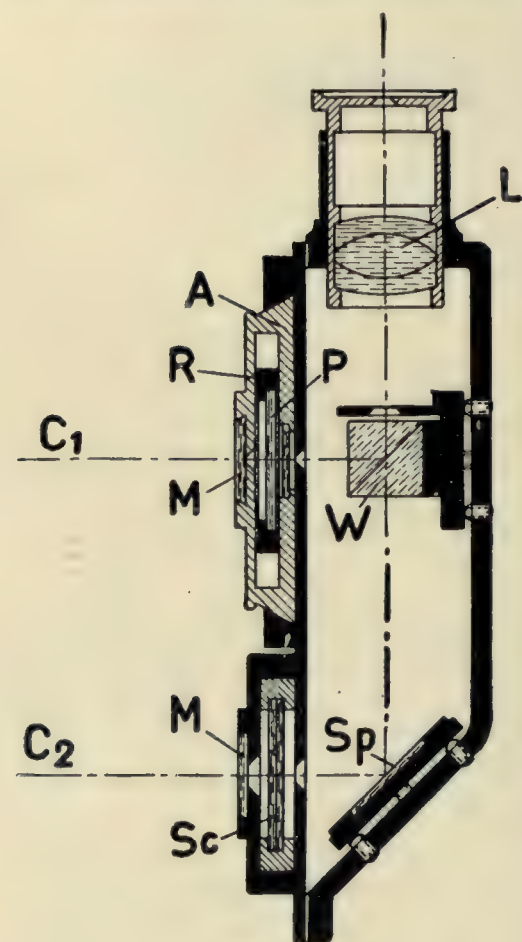


Fig. 1.

kann dementsprechend kleiner, leichter und auch ganz wesentlich billiger sein.

Fig. 1. zeigt einen solchen Schwärzungsmesser, wie er von der Firma R. Fuess in Steglitz-Berlin nach meinen Angaben gebaut wird. Der Schlitten A wird gegen die Blattebene aus dem Gehäuse geschoben und in den Rahmen R die zu untersuchende Platte P gelegt. Unter einem Kreis, der in eine die zu untersuchende Platte bedeckende Spiegelglasscheibe geritzt ist, wird die zur Messung gewählte Stelle der Platte P eingestellt und hierauf der Schlitten A wieder ins Gehäuse zurückgeschoben. Es kann jede beliebige Stelle des belichteten Zentrums der Platte und ein grosser Teil des unbelichteten Randes (Schleierbildung)! untersucht werden. Sc ist die Scheinerskala, deren eben eingestelltes Feld auf der Oberkante ihres Rahmens ablesbar ist. Das Strahlenbündel C₁ passiert die zu untersuchende Platte, dann eine 0,9 mm. Blende und wird durch den Spiegel im Lummer-Brodhun'schen

Photometerwürfel W ins Auge reflektiert. Das Strahlenbündel C_2 hingegen geht durch die Scheinerskala Sc , eine 2,8 mm. Blende und wird durch den Spiegel Sp ins Auge geworfen. So entstehen zwei konzentrische leuchtende Flächen, deren Ränder mit der Lupe L scharfgestellt werden können.

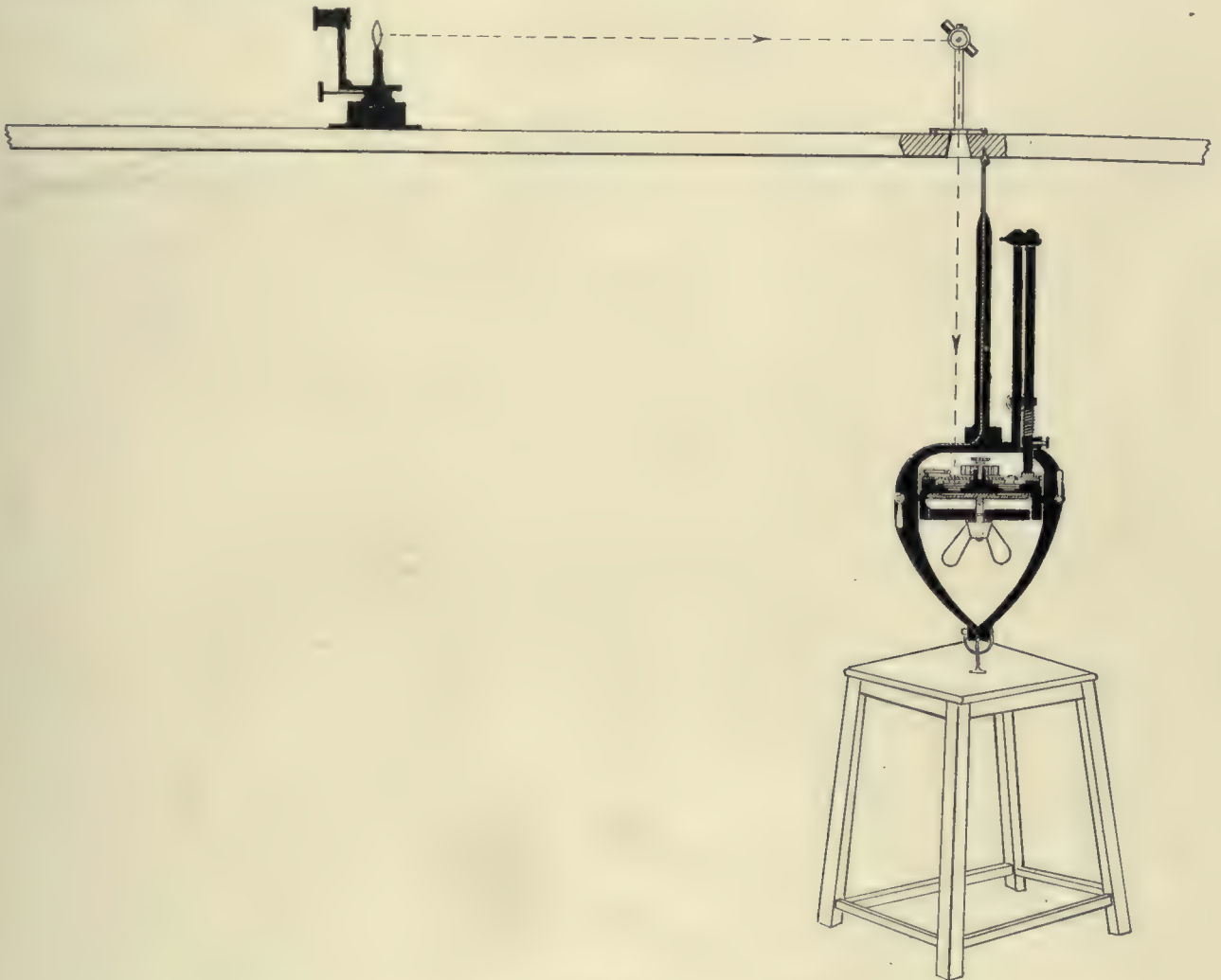


Fig. 2.

In diesem Schwärzungsmesser werden die Plattenproben direkt mit der Scheinerskala verglichen und ich richtete deshalb meine besondere Aufmerksamkeit darauf, die Werte der Lichtmengen genau zu bestimmen, denen die Felder dieser Skalen entsprechen.

Nach Eders Vorschrift werden die Platten der Scheinerskalen reichlich, « bis zu beginnender Verschleierung » entwickelt. Nun werden bekanntlich stärker belichtete Stellen einer Platte bei längerem Entwickeln viel stärker geschwärzt als schwach belichtete (1) und es war daher voraus zu sehen, dass die Schwärzungszunahmen einer nach Eder und

(1) Daher die Photographenregel : überbelichtete, flaue Negative lange zu entwickeln, um die Kontraste zu verstärken.

einer nach meinen Angaben (1) entwickelten Platte nicht parallel gehen würden, selbst wenn die geringeren Schwärzungen identisch wären.

Auf der in Fig. 2 abgebildeten « optischen Bank » (2) stellte ich daher folgende Untersuchung an, die feststellen sollte, welchen Lichtmengen die Skalenfelder einer nach Eder entwickelten Scheinerskala bei meiner Entwicklungsmethode entsprächen.

1. Scheinergrade.	2. Lichtmengen in Smk bei Eder's Entwicklung.	3. Abstand der Hefnerlampe von der Platte bei 1 Sec Exp.	4. Belichtungszeiten bei meiner Entwicklung	5. Berechnete Lichtmengen in Smk.
2	0,994	100,3 cm.	38"	29,8
3	0,779	113	35"	21,9
4	0,610	128	30"	14,5
5	0,478	144	20"	7,7
6	0,376	163	14"	4,2
7	0,295	184	13,5"	3,2
8 Normalton.	0,232	207	13"	2,37
9	0,182	234	10"	1,43
10	0,143	264	9"	1,03
11	0,112	298	8,5"	0,76
12	0,088	337	7"	0,53
13	0,069	380	5"	0,28
14	0,054	430	3,5"	0,16
15	0,042	487	2,5"	0,08
16	0,033	550	2"	0,055

Fig. 3.

Die zweite Kolonne der in Fig. 3 abgebildeten Tabelle zeigt die Lichtmengen, denen die Felder der Scheinerskala bei Belichtung von 1 Minute im Sensitometer bei 1 Meter Lampenabstand entsprechen (3). Um zugleich die schon oft erwähnte Schwarzschild'sche Konstante «p» (4) zu eliminieren veränderte ich, um auf der optischen Bank die den Skalenfeldern entsprechenden Lichtmengen zu erhalten, die Intensität durch Verstellen der Hefnerlampe (die Abstände sind aus Kolonne 3, Fig. 3 ersichtlich) und verlängerte solange die Belichtung, bis ich den Skalenfeldern gleiche Schwärzungen erreichte. Die nötigen Expositionszeiten sind in Kolonne 4 angegeben. Hieraus berechnen sich nach Berücksichtigung der 21% igen Spiegelabsorption die in Kolonne 5 angegebenen Werte. Die aus verschiedenen Entwicklungsarten resultierenden Unterschiede sind also ganz ausserordentlich gross.

Die Angaben der Kolonne 5 beziehen sich auf eine in meinen Händen befindliche « Normalskala » und auf den Keil des Hartmann'schen Mikrophometers im Museum von

(1) Dieser Arbeit erster Teil, Seite 11.

(2) Diese optische Bank besteht aus einer eingemauerten 6 Meter langen Eisenschiene und ist mit einem hochpolierten Stahlmagnetspiegel von F. Köhler in Leipzig ausgestattet. Trotz der weit höheren Absorption. — 21 o/o gegen 8-10 o/o (Eder) bei Silberspiegel — ist dieser letzteren für unsere Zwecke doch bei Weitem vorzuziehen, da er für ultraviolette Strahlen vollkommen undurchlässig ist. Seine Absorption bestimmte ich auf photographischem Wege.

(3) Aus Eder Handbuch, Bd. 1/3, Seite 173.

(4) Die nunmehr eigentlich q heissen soll. Denn nach Abney's Untersuchungen (*The phot. Journ.*, Vol. XVIII, 1893-1894, Seiten 254 und 302) ist diese Konstante eine Funktion der Intensität J , nicht aber der Zeit t , so dass die Formel: $s = t \cdot I^q$ an Stelle der bisher üblichen: $s = I \cdot t^p$ zu treten hat.

Monaco. Da es unmöglich ist, genau gleiche Scheinerskalen herzustellen, so muss jede neue in Verwendung kommende Skala nach einem dieser Standarts geeicht werden.

Schwarzschild's Konstante variiert von Emulsion zu Emulsion und es gilt daher, ihren Einfluss auf die Auswertung der gefundenen Lichteindrücke vollkommen zu eliminieren. Dies geschieht am Besten dadurch, dass man jene Expositionszeit bestimmt, bei welcher sich die resultierende Schwärzungsverminderung eben noch innerhalb der zulässigen Fehlergrenzen fühlbar macht, sagen wir bei einem halben Scheinergrad. Ich bestimmte diesen Zeitpunkt in der Weise, dass ich in dem zu jedem Scheinergrad gehörigen Abstand (Fig. 3, Kol. 3) auf der optischen Bank höhere Schwärzungsgrade zu erzielen suchte und die Differenz zwischen der in Wirklichkeit nötigen Exposition und der aus Kol. 4, Fig. 3, und aus Fig. 4 berechneten Belichtungszeit bestimmte. Es zeigte sich, dass bis zur Expositionzeit von 30 Minuten gar keine Differenz vorhanden war, von hier an aber eine allmählich stärker werdende Schwärzungsverminderung auftrat, die bei 45 Minuten einen halben Scheinergrad erreichte. Die Dauer von 45 Minuten darf also eine Exposition unter vorliegenden Verhältnissen nicht überschreiten, wenn die erhaltenen Lichteindrücke nach der Tabelle Fig. 4 ausgewertet werden sollen.

1. Scheiner Grade.	2. Gem. Licht (1)	3. Neue Platten Gem. Licht.	4. Alle Platten Gem. Licht.	FARBGLÄSER VON SCHOTT UND GEN.					GELATINEFILTER VON WRATTEN UND WAINWRIGHT.							16. Normalton.
				5. Rot. F 4512.	6. Grün. F 4930.	7. Blau. F 3873.	8. UV. F 3653.	9. Mittel.	10. Rot. g.	11. Orange. γ.	12. Gelb-Grün. δ.	13. Grün. ε.	14. Blau. η.	15. Violett. θ.		
2	:	4,7	10,0	13,6	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	13,6	—	13,6	—	13,6	—	8
3	:	3,3	6,0	8,6	5,0	5,0	6,0	6,0	6,0	8,6	25,0	8,6	20,0	8,6	20,0	—
4	:	2,6	4,0	6,0	4,5	3,5	3,0	4,0	4,0	6,0	8,8	6,0	8,6	6,0	8,6	—
5	:	2,0	2,2	3,0	2,3	3,0	2,2	2,2	2,2	3,0	6,0	3,0	6,0	3,0	6,0	—
6	:	1,6	1,7	1,7	2,0	2,5	1,9	1,4	2,0	1,7	2,8	2,2	2,8	2,0	2,8	—
7	:	1,2	1,2	1,2	1,2	1,4	1,4	1,2	1,3	1,2	1,7	1,7	1,5	1,2	1,5	—
8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8
9	×	1,2	1,4	1,6	1,2	1,5	1,5	1,4	1,4	2,0	2,0	2,0	2,0	2,2	2,0	—
10	×	1,6	2,2	2,2	3,0	2,8	2,0	2,0	2,5	3,0	3,0	3,0	3,0	2,8	3,0	—
11	×	2,0	3,0	3,0	5,0	4,5	4,0	3,0	4,0	4,4	4,4	4,4	4,4	4,3	4,4	—
12	×	2,6	4,4	4,4	9,0	7,0	5,5	4,5	7,0	10,0	10,0	10,0	10,0	7,0	5,0	—
13	×	3,3	8,6	8,6	15,0	10,0	10,0	8,0	10,0	20,0	20,0	20,0	20,0	15,0	10,0	—
14	×	4 2	15,5	15,5	25,0	20,0	20,0	15,0	20,0	40,0	40,0	40,0	40,0	30,0	20,0	—
15	×	5,5	28,6	28,6												—
16	×	7,0	45,5	45,5												—

(1) Entwicklung nach Eder, die übrigen Angaben beziehen sich auf meine Entwicklungsmethode.

(1) Entwicklung nach Eder, die übrigen Angaben beziehen sich auf meine Entwicklungsmethode.

Fig. 4.

Tabelle der Umrechnungsfaktoren für den Normalton Sc° 8.

Ich habe früher das strikte Einhalten des Normaltones empfohlen um verschiedene Mängel der Methode (1) beheben zu können. In Folge vorliegender Untersuchungen auf der optischen Bank wäre es ein Leichtes, nunmehr aus den Tabellen Fig. 3 und 4 die Werte der Skala für jeden Spektralbezirk zu berechnen und so den Normalton ganz zu umgehen, wenn nicht das Alter der Platten einen grossen Einfluss auf die Gradationsfähigkeit hätte, ein Umstand dem ich früher keine Beachtung hatte schenken können und der eben auch in Folge der Anwendung des Normaltons nicht zur Wirkung gelangte. Die Werte der Kolonnen 5 bis 15 in Fig. 4 ändern sich dementsprechend mit dem Alter der Platten und es ist daher notwendig, wenigstens zu Beginn jeder Untersuchung mit neuer Plattenemulsion auf den Normalton hin zu arbeiten und die Werte der Kolonnen 5-15 an Hand der Differenzen der Kolonnen 3 und 4 zu bestimmen. Deshalb behielt ich den Normalton in der ganzen Auswertung bei, ohne dass es aber künftig nötig sein wird, stets auf denselben hin zu arbeiten (2).

Hatman zum Beispiel mit frischen Platten, für welche die Angaben der Tabelle Fig. 4 ohne Weiteres richtig sind, mit Rotfilter F 4512 den Scheinergrad 4 erhalten, so dividiert man einfach die verwendete Expositionszeit durch 4,5 (Kolonne 5, Fig. 4), erhält so die zum Normalton nötige Expositionszeit und berechnet an Hand der Kolonne 5 in Fig. 3 und der noch später zu erwähnenden Verzögerungsfaktoren der Farbfilter die vorhandene Lichtmenge.

Mit Ausnahme der Kolonne 4 wurden alle in Fig. 4 wiedergegebenen Untersuchungen an ganz frischen Platten vorgenommen, die Platten in Kolonne 4 waren sechs Monate alt und trocken gelagert. Man sieht durch Vergleich der Kolonnen 3 und 4, dass sich nur in den stärkeren Schwärzungsgraden, von Sc° 6 aufwärts Verschiedenheiten ergeben, so dass man das Alter der Platten ganz ausser Acht lassen kann, solange man sich an geringere Schwärzungen hält. Die Untersuchungen über die ultravioletten Strahlen (Kol. 8) wurden an « Wratten speed plates » (siehe unten) vorgenommen, alle übrigen aber an « Wratten panchromatic plates ». Erstere sind etwa um 1 Sc° höher empfindlich als letztere und wenn man in Meerestiefen unter 20 Meter auch Ultraviolett mit « Panchromatic » untersuchen will, sind also um 1 Sc° höhere Werte in Rechnung zu stellen.

Die im vergangenen Jahre von mir verwendeten seewasserbeständig verkitteten Gelatinefilter von Wratten und Wainwright sind nicht haltbar gewesen (3). Die neue von mir vorgeschlagene (l. c.) Montierung der Gelatinefilter zwischen zwei verschraubten Gläschen (Fig. 5, J.) schützt hingegen die Filter vollständig vor Seewasser oder atmosphärischen Einflüssen (4). Hierbei montierte ich die Filter trocken, d. h. ohne jedes Bindemittel und dies hatte eine starke Veränderung der Verzögerungsfaktoren (bis zum 17fachen, siehe unten) zur Folge; auch ist der durchgelassene Spektralbezirk etwas verschieden. Will

(1) Dieser Arbeit erster Teil, Seite 10.

(2) Bei höheren Schwärzungsgraden geht bekanntlich die Schwärzungszunahme nicht mehr mit der Zunahme der Lichtmenge parallel. So ist z. B. der Umrechnungsfaktor für Rot F. 4512, Grad 2, 8 bis 15. Die in Fig. 4 angegebenen Zahlen sind abgerundete Minimalwerte.

(3) Siehe auch: « Ein Meeresphotometer » (*Bulletin de l'Inst. Océan.*, n° 266, Monaco, 1913).

(4) Der seewasserbeständig verkittete Satz von 6 Gelatinefiltern kostete mehr als 3 £, derselbe Satz unverkittet für mein Photometer aber nur 4 s. 6 d.

man auch hier die Filter einkitten (ich hatte es unterlassen um sie später leicht gegen die

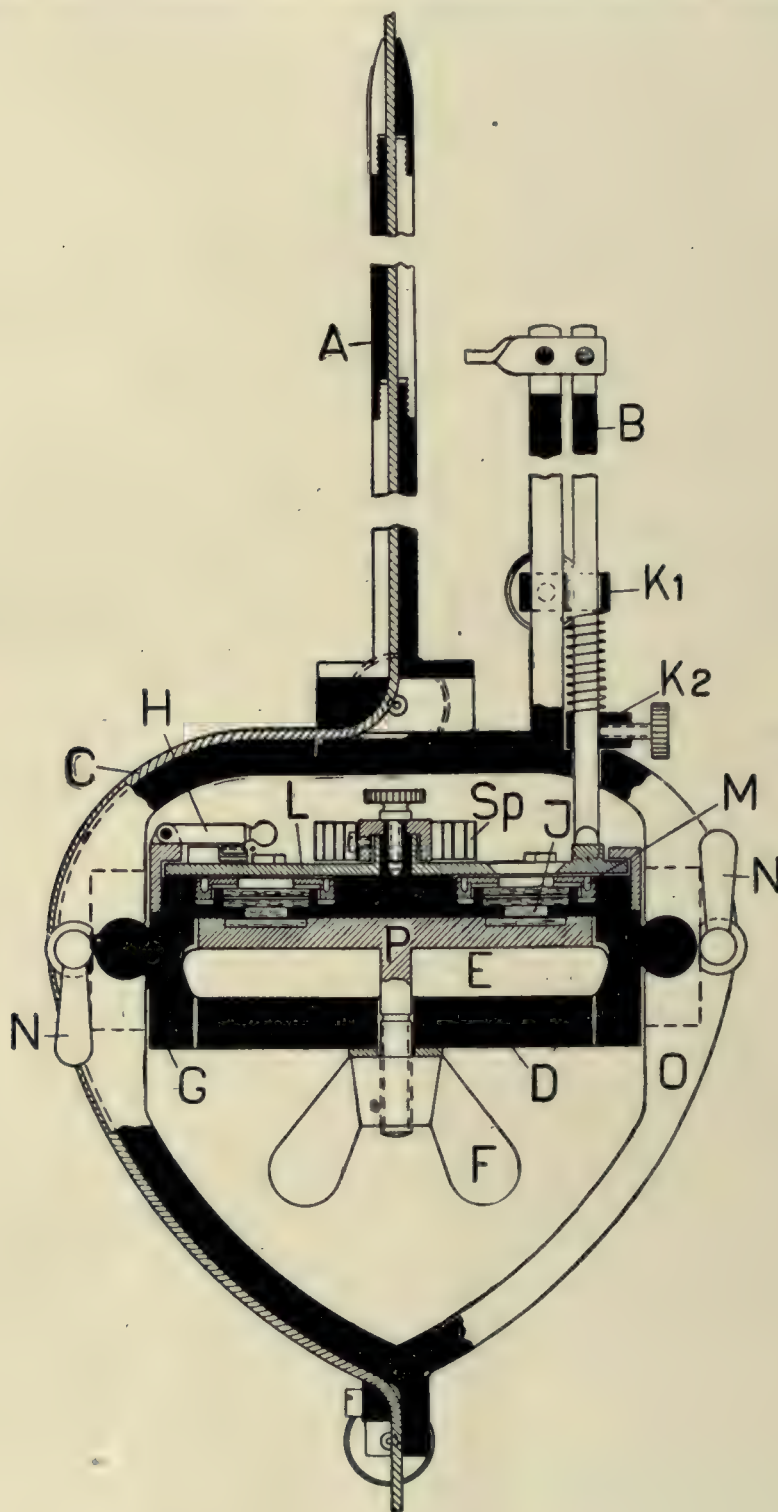


Fig. 5.

Farbgläser von Schott und Gen. auswechseln zu können), so gelten die im ersten Teil dieser

Arbeit, auf Seite 12 angegebenen Werte. Diese starke Verschiebung der Verzögerungsfaktoren ist jedenfalls eine doppelte Wirkung der trockenen Montierung. Erstens werden die Gelatinefolien durch den Kitt aufgeheilt, also wesentlich durchlässiger, zweitens aber liegen sie ohne Kitt nicht plan sondern gewellt, was besonders bei mehreren übereinander gelagerten Gelatineblättchen (1) bemerkenswerte Verzögerung zur Folge hat.

FARBE und Bezeichnung.	SPEKTRAL-BEZIRK.	DURCHLÄSSIGKEIT $\frac{J}{J'}$	VERZÖGERUNG GEGEN GEM. (Hefner-) Licht.	DICKE DER GLÄSCHEN.
FARBGLÄSER VON SCHOTT UND GEN.				
Rot F 4512	710-615 $\mu\mu$	1,5	3 fach.	3,86 mm.
Grün F 4930	615-480 —	12,0	15 —	4,02 —
Blau F 3873	500-410 —	4,2	7 —	4,03 —
UV F 3653	410-300 —	7,5	200 —	5,20 —
GELATINEFILTER VON WRATTEN UND WAINWRIGHT.				
Rot β	660-610 $\mu\mu$	6,9	45 fach.	
Orange γ	620-550 —	30,0	160 —	
Gelb-Grün δ	595-555 —	19,0	85 —	
Grün ϵ	555-520 —	8,6	175 —	
Blau η	520-464 —	11,4	35 —	
Violett θ	470-400 —	10,8	40 —	

Fig. 6.

Für die ersten Untersuchungen des Lichtabfalls im Meer war es natürlich notwendig, das Spektrum in möglichst schmale Bezirke zu zerlegen, da ja Absorptionsbande auftreten konnten. Da sich aber ausser der Schön'schen Streifen (2) keine solchen gezeigt haben, ist man nunmehr in der Lage grössere Teile des Spektrums zusammen zu fassen und dadurch die Untersuchungen bedeutend zu vereinfachen. Diese Erwägung führte zur Ver-

(1) Die Filter bestehen aus 2 bis 3 Schichten, nur Grün-Filter « ϵ » ist einfach.

(2) Dieser Arbeit erster Teil, Seite 22. Der von Vogel (Krümmels Handb. d. Ozeanogr., Bd. I, Seite 271) gezeigte Absorptionsstreifen (b-E, etwa 516-528 $\mu\mu$) verteilt sich auf die Filter « ϵ » und « η », so dass er unbemerkt wird. Bei meinen Untersuchungen im vergangenen Jahr fiel er ganz ins Bereich des Grünfilters 515-570 $\mu\mu$, war aber auch hier nicht fühlbar.

wendung der Farbläser von Schott und Gen. (siehe unten). Hierbei werden Rot und halb Orange 710-615 $\mu\mu$, halb Orange, Gelb, Grün und Blaugrün 615-480 $\mu\mu$; Hellblau, Dunkelblau und Violett 500-410 $\mu\mu$ zusammengefasst, an welch letztere Farbe sich das Ultraviolettfilter anschliesst, 410-300 $\mu\mu$. So hat man in vier Bezirken das ganze sichtbare und das in Betracht kommende unsichtbare Spektrum vereint (1).

Die in Tabelle Fig. 6 zusammengestellten Daten sollen einen Vergleich zwischen den Farbläsern und Gelatinefiltern ermöglichen. Den durchgelassenen Spektralbezirk bes-

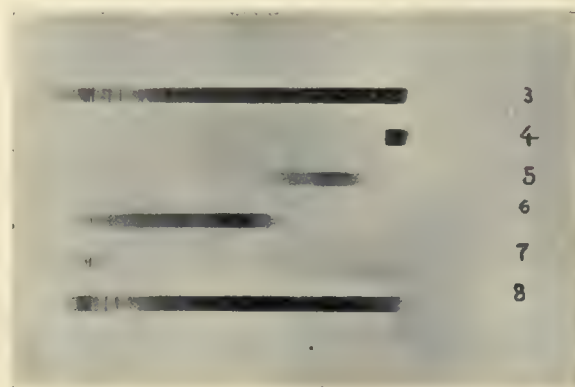


Fig. 7.

3, Liliput; 4, Rot; F. 4512; 5, Grün F. 4930; 6, Blau F. 3873; 7, UV. F. 3653; 8, Liliput.

timte ich spektroskopisch, die Durchlässigkeit $\frac{J}{J'}$, also den Quotient aus dem auffallenden Licht J und dem durchfallenden J' hingegen spektrographisch, in folgender Weise. Mittels des grossen Zeiss'schen Spektrographen und einem dreiteiligen Rutherford-Prisma photographierte ich das Spektrum einer Bogenlampe (Liliputlampe von Leitz) und die Spektren der Farbfilter unter gleichen optischen Umständen auf der selben Platte (Fig. 7 und 8) (2). Bei der Photographie des Bogenlampenspektrums wurden dieselben Quarzplatten eingeschaltet, die auch zum Planhalten der Gelatinefolien dienten, um die durch Reflexion möglichen Schwankungen der Lichtmenge hinten zu halten. Im Hartmann'schen Mikrophotometer ausgemessen, ergiebt dann in Gebieten gleicher Wellenlängen die Schwärzung der Bogenlampenphotographie die Menge des auffallenden Lichts J , die Schwärzung der Filterphotographie aber die Menge des durchgelassenen J' . Der Wert $\frac{J}{J'}$, für das Ultraviolettfilter wurde auf der optischen Bank mit Hilfe der Zeiss'schen UV-Filterlampe bestimmt. Für jedes Filter wurden drei Messungen an verschiedenen Stellen gemacht und die Mittelwerte in Fig. 6 eingetragen. Da die Farbläser von Schott und Gen. ausgedehnt-

(1) Infra-Rot, oder das Gebiet der Wärmestrahlung im Meere photographisch zu untersuchen wäre nutzlos. Hierfür dient das Thermometer oder die Selenzelle viel besser.

(2) Zum Ausmessen wurden nicht diese reproduzierten Platten verwendet, sondern solche mit viel geringeren Schwärzungen; um die Genauigkeit zu vergrössern.

tere Spektralbeziecke passieren lassen als die Gelatinefilter, so haben sie auch kleinere Verzögerungsfaktoren und da obendrein ihre Durchlässigkeit im Durchschnitte eine bessere ist, so sind viel kürzere Expositionszeiten notwendig.

Die Kolonne « Verzögerung gegen gemischtes Licht » entspricht dem selben Begriff, wie ich ihn im ersten Teil vorliegender Arbeit eingeführt habe, doch seien mir hierüber noch einige Worte gestattet, da ich glaube die Definition damals nicht genau genug gegeben zu haben.

Eine Reduktion der Befunde aus den Meerestiefen auf das Sonnenlicht ist nicht nur aus den auf Seite 14 des ersten Teils angegebenen Gründen unmöglich, sondern auch deshalb, weil unsere Kenntnisse von der Intensität des Sonnenlichts ganz unzulänglich sind.

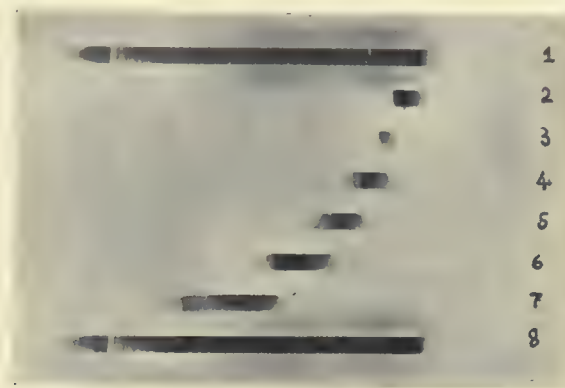


Fig. 8.

1, Liliput; 2, Rot β ; 3, Orange γ ; 4, Gelb-Grün δ ; 5, Grün ϵ ; 6, Blau η ; 7, Violett θ ; 8, Liliput.

Pickering (Beiblätter zu den Annalen der Physik, 1880, Bd. 4, Seite 728) aus Eders Handbuch, Bd. 1/3, Seite 78, giebt die optische Helligkeit des Sonnenlichts an der Erdoberfläche mit 70,000 HK an.

Fabry (?), aus Eders Handbuch, 1/3, Seite 367, findet 100.000 Lux (Meter-Kerzen pro qcm) als Beleuchtungsstärke der Sonne im Zenith.

Eder, Handbuch 1/3, giebt auf Seite 405, 100.000 — 160.000 HK als optische Helligkeit des Sonnenlichts an.

Aus den nun folgenden Angaben von Ebert und O. Tumlirz berechnet sich für das Sonnenlicht (Gesamtstrahlung!) eine Lichtmenge von nur 2.215 Lux-Sek.: « Nach Ebert (Eders Jahrbuch für Phot., 1894, Seite 14), übt das volle Sonnenlicht auf jeden Quadratcentimeter einer senkrecht zu den direkten Sonnenstrahlen stehenden Fläche an der Erdoberfläche einen Effekt von rund 0,035 Sekunden-Gram-Kalorien oder ca 1.500.000 Erg aus » (Eders Handbuch, 1/2, Seite 32). Ferner O. Tumlirz (Sitzungsber. d. Kais. Akad. d. Wissensch., Wien, 1903, Math. naturw. Klasse, Abt. IIa, Bd. 112, Seite 1382; aus Eders Handbuch, 1/2, Seite 33). « Steht der (vollen) Flamme der Hefnerlampe eine Fläche von 1 qcm in der Entfernung von 1 m so gegenüber, dass die Normale der Fläche horizontal ist und durch die Flammenmitte hindurchgeht, so fällt auf diese Fläche in jeder Sekunde eine Strahlung, deren Energie einer Wärmenenge von 0,162 mal 10^{-6}

$\frac{\text{Gr.cal}}{\text{sec.}}$ (1), oder einer Arbeit von 677 Erg aequivalent ist. »

Aus diesen so ganz divergierenden Angaben erhellt, dass die Intensität der Gesamtstrahlung der Sonne ständig wechselt; aus den Untersuchungen Lord Rayleigh's (2)

(1) Diese Angabe stimmt mit der früher von mir zitierten Becker'schen (dieser Arbeit erster Teil, Seite 10, Fussnote) reichlich schlecht überein.

(2) Loc. cit., Seite 15, Fig. 6.

wiederum, dass das Mischungsverhältnis zu jeder Zeit ein verschiedenes sei, und so muss endgültig auf die Reduktion der Befunde auf Sonnenlicht verzichtet werden, so leicht dies sonst durch Langleys (1) Arbeiten möglich wäre. So ist es also nötig, sich auf eine künstliche Lichtquelle als Normalmass zu beziehen und als ein Solches hat sich die Hefner-Alteneck'sche Amylazetatlampe am Besten bewährt.

Das Spektrum dieser Lampe ist kontinuierlich, ohne Absorptionsbande und so lange die Flamme ruhig brennen kann, ist die Intensität von grösster Gleichmässigkeit. Ihr fühlbarster Nachteil ist wohl der, dass ihr Licht nur geringe Mengen kurzwelliger Strahlen enthält. Wenn nun auch die absolute Energie der einzelnen Spektralbezirke dieser Lampe (2, 3), besonders der unsichtbaren, noch nicht genau bekannt ist, so kann dies nur eine Frage der Zeit sein und dann sind die auf dieses Mass reduzierten Befunde ohne Weiteres auch in absoluten Einheiten ausdrückbar.

Ich erhalte im Licht der Hefnerlampe in bestimmtem Abstand und in der Zeiteinheit, auf bestimmter Plattensorte und bei genau eingehaltener Normalentwicklung eine ganz bestimmte photographische Schwärzung. Schalte ich nun zwischen Lampe und photographische Platte ein Medium welches nur einen gewissen Bezirk des Lampenspektrums durchlässt, so muss ich ein gewisses Vielfaches der ursprünglichen Lichtmenge anwenden um den gleichen Schwärzungsgrad zu erhalten. Dieses Vielfache nun ist eben der genannte « Verzögerungsfaktor » der Filter. Wenn ich zum Beispiel hinter dem « Grünfilter F 4930 » 15 mal länger belichten muss als ohne Filter, so sagt dies soviel als dass ich die dem Filter entsprechenden Strahlen der Hefnerlampe 15 mal länger, oder dass ich diese Strahlen von 15 Hefnerkerzen in der gleichen Zeit einwirken lassen muss um den gleichen Schwärzungsgrad zu erhalten. Finde ich nun in dieser Zeiteinheit, in bestimmter Tiefe und mit diesem Filter eben diese Schwärzung, so ist das dort wirkende Licht genannter Wellenlänge dem in 15 Hefnerlampen enthaltenen Licht gleicher Wellenlänge äquivalent. Dann sage ich : Grün 615-480 μ 15 Smk.

In dieser Weise ist es auch möglich, über die Beziehung chemischer zu optischer Helligkeit Aufschluss zu erhalten. Das aus Eders Handbuch (1/3, Seite 407) entnommene Beispiel « Sie (Bunsen und Roscoë) fanden, dass eine gewöhnliche Leuchtgasflamme (Steinkohlengas) fast 200 mal heller dem Auge erscheint als die blassblaue Kohlenoxydflamme, dagegen wirkt die erstere auf Chlorknallgas nur 1.972 mal kräftiger. Eine 200 mal grössere Helligkeit bringt also in diesen Falle eine kaum 2 mal stärkere chemische Wirkung mit sich » zeigt zu Genüge, wie gross der Unterschied zwischen optischer und chemischer Helligkeit sein kann. Da aber dieser Unterschied dadurch entsteht, dass es verschiedene Spektralbezirke sind, die ihre dominierende Wirkung auf das Auge oder eine chemische Verbindung ausüben, so folgert von selbst, dass dieser Unterschied fortfallen muss, sobald es sich um monochromatisches Licht handelt. Sind es hier doch die gleichen Strahlen, die den physiologischen als auch den chemischen Prozess aus-

(1) LANGLEY, La distribution de l'énergie dans le spectre normal (Annales de Chim. et de Phys., V^e série, t. XXV, Paris, 1882). — FERNER in : Compt. Rend. Acad., Bd. 92, Seite 701, und Bd. 93, Seite 140.

(2) RUDOLPH, Zur Photometrie des Spektrums der Hefnerkerze (Journ. f. Gasbel., XLVIII, Jahrg. 1905, H. 11).

(3) KNUT AANGSTROM, Die Strahlung der Hefnerlampe (Physikal. Ztschr., 5 Jahrg. 1904, n^o 15).

lösen. Daher ist es sehr wohl möglich, aus den photographisch bestimmten Lichtmengen eine Vorstellung der optischen Verhältnisse eines Meeresgebietes zu bekommen, wenn man mit verschiedenen Filtern die einzelnen Spektralbezirke getrennt, aber möglichst gleichzeitig untersucht (1).

Eine Fehlerquelle möge hier Erwähnung finden, die wenn auch nur in ganz geringen Masse, doch die Relation der photographischen Wirkung monochromatischen und gemischten Hefnerlichts stören könnte. Abney's (2) geistvolle Untersuchungen haben es sehr wahrscheinlich gemacht, dass die langwelligen und die kurzwelligen Strahlen auf Bromsilberplatten eine gegensinnige Wirkung haben, sich teilweise hemmen, oder auch ganz paralisieren können. Es wäre daher denkbar, dass sowohl die roten als auch die violetten Strahlen wenn sie Filter passieren und daher für sich allein zur Wirkung gelangen, etwas stärkere Schwärzungen der Platten hervorbringen könnten, als wenn sie gemeinsam mit anderen Strahlen des Spektrums in Aktion treten. Dann würden die « Verzögerungsfaktoren » für die Rot und Violettfilter etwas zu klein sein.

Die Frage wie sich diese gegensinnige Wirkung äussern kann, ob sie auftritt wenn die antagonistischen Strahlen gleichzeitig oder nach einander einwirken, oder etwa in beiden Fällen, ist noch nicht gelöst (Abney untersuchte nur die gleichzeitige Wirkung). Ich stellte hierüber einen Versuch an, den ich aus Zeitmangel und auch deshalb, weil ich den Faktor für die vorliegenden Untersuchungen überhaupt als unbedeutend einschätze, nicht weiter führte. Hinter einem Krystallviolettfilter 0,0075 : 100, welches sowohl Rot als Violett durchlässt, die dazwischen liegenden Spektralbezirke aber verschluckt, wurde eine panchromatische Platte *a* eine bestimmte Zeit dem Licht der Hefnerlampe ausgesetzt. Dann wurde eine andere Platte *b* der selben Emulsion hinter dem gleichen Krystallviolettfilter aber ausserdem noch unter dem Rotfilter F 4512 und dann unter Blaufilter F 3873 exponiert und mit *a* zugleich entwickelt. Die Expositionszeit der Platte *b* war gleich der von *a*, wurde aber geteilt im Verhältnis der Verzögerungsfaktoren von Rot (3) und Blau (7) und ausserdem wurde jede dieser Expositionszeiten noch mit dem entsprechenden Durchlässigkeitsfaktor (Rot 1,5, Blau 4,2) multipliziert. Die Konzentration des Krystallviolettfilter war so gewählt worden, dass die durchgelassenen Spektralgebiete etwas enger begrenzt wurden als jene der Farbgläser. Das Resultat nun war eine ganz minimal stärkere Schwärzung der Platte *a*. Der Unterschied ist so gering, dass er sowohl durch unbemerkbare Intensitätsschwankungen der Hefnerlampe, als auch durch solche der Liliputlampe anlässlich der Durchlässigkeitsbestimmungen der Farbgläser hervorgebracht worden sein konnte. Es lassen sich keinerlei Schlüsse aus diesem Versuch ziehen und ich habe seiner nur Erwähnung getan, da mir das Problem an sich beachtenswert erscheint.

Die Absorption der ultravioletten Strahlen.

Über des Vorkommen ultravioletter Strahlen im Meere ist bisher nur wenig bekannt geworden. Krümmel spricht in seinem Handbuch der Ozeanographie mehrfach von der Wahrscheinlichkeit ihres Vorhandenseins, Helland-Hansen schliesst aus seinen Befunden (3) über das Eindringen violetter Strahlen in grosse Meerestiefen auch auf Ultraviolett und Bertel (4) konnte diese Strahlen noch deutlich in 400 Meter (Wellenlänge etwa 400 μ) nachweisen. A priori ist ihr Vorkommen auch in grossen Tiefen in Folge ihrer grossen Brechbarkeit anzunehmen, wenn sie auch im Sonnenlicht an der Erdoberfläche nicht so stark vertreten sind. Trotz ihrer geringen optischen Wirkung haben sie aber eine sehr grosse Chemische, denn nach Eder (5) « Setzt sich der photographische Effekt von

(1) Ein Meeres-Photometer (Bulletin de l'Inst. océan., n° 266, Seiten 5 und 6).

(2) Bulletin Associat. Belge, Photogr., 1878, Bd., 5, Seite 115.

(3) Dieser Arbeit erster Teil, Zitat Seite 1.

(4) Ebenda.

(5) Handbuch, 1/3, Seite 299.

Tageslicht (reflektiert von weissem Papier) zusammen aus 62 % sichtbarem Licht und 38 % Ultraviolett ».

Ich hatte Untersuchungen über das Vorkommen dieser Strahlen von Anfang an in mein Programm aufgenommen, doch war die Frage nach einem passenden Filter nur schwer zu lösen und es ist mir auch daher erst in jüngster Zeit gelungen, nähere Angaben zu erhalten.

Nach Cernovodeanu und V. Henri (1) kommen im Sonnenlicht an der Erdoberfläche keine Strahlen kürzerer Wellenlänge als 280 $\mu\mu$ vor, was auch recht gut mit den Angaben Bertels übereinstimmt, und deshalb erschien Lann 's (2) von der Firma Carl Zeiss hergestelltes UV-Filter, dessen Spektralbezirk die Wellenlängen von 400 — 300 $\mu\mu$ umfasst, für die gegebenen Zwecke vorzüglich geeignet. Dieses Filter besteht aus drei Blau-Uviolglasplatten (F 3653, Schot und Gen.) einer Kupfersulfat und einer Nitrosodemethylanilinlösung, welche letztere auch in Form eines Gelatinepräparates geliefert wird. Meine ersten Versuche machte ich mit einem solchen Filter und dem mit Quarzgläsern ausgerüsteten Ewald'schen Revolver-Photometer. Der Kitt der Filterkuvetten hielt aber den grossen Druckschwankungen nicht Stand und lockerte sich, so dass das Filter mehrmals auseinander fiel. Dieser Misserfolg und der Umstand, dass sich das UV-Filter in der gegebenen Form nicht an meinem neuen Photometer anbringen liess, bewogen mich, dasselbe in gleich zu beschreibender Weise zu modifizieren.

Blau-Uviolglas lässt bekanntlich nicht nur ultraviolette Strahlen, sondern auch Violett, Blau, etwas Grün und in hohem Masse Rot durch. Während die Nitrososchicht dazu dient, Violett bis Grün zu absorbieren, muss Rot durch die Kupfersulfatlösung unterdrückt werden. Ich habe nun im ersten Teil vorliegender Arbeit gezeigt, dass Rot schon in ganz geringen Meerestiefen nurmehr so schwach vertreten ist, dass man z. B. in 20 Meter Tiefe eine Minute belichten muss um den Normalton zu erreichen. In dieser Tiefe beträgt aber eine der gleichen Schwärzung entsprechende Belichtung für Ultraviolett nur 0, 1", so dass eine Platte, die unter einem rot durchlässigen UV-Filter in dieser Weise belichtet wird, auf rote Strahlen garnicht reagieren kann. Deshalb lasse ich bei meinem UV-Filter die Kupfersulfatlösung ganz weg, so dass es nurmehr aus einer 5 mm dicken Blau-Uviolglasplatte, einer Schicht Nitrosogelatine und einem Quarzgläschen besteht, welche letzteres lediglich die Aufgabe hat, die Nitrosogelatine vor Beschädigung zu schützen. Das Filter unterscheidet sich jetzt äusserlich nicht mehr von den übrigen im Photometer montierten Farbgläsern. Da es aber, wie schon erwähnt, in hohem Masse rot durchlässig ist und doch auch in geringeren Tiefen als 20 Meter Ultraviolett-Messungen vorgenommen werden sollen, so ersetze ich in diesen Tiefen die panchromatische Platte von Wratten und Wainwright einfach durch die « Speed Plate » derselben Firma, die für Rot fast vollkommen unempfindlich ist. Um mich dessen zu vergewissern, belichtete ich auf der optischen Bank eine panchromatische Platte unter dem Rotfilter β (dessen Spektralbezirk dem vom UV-Filter durchgelassenen Rot entspricht) auf den Normalton 8. Bei der geringen verwendeten

(1) Comparaison des actions photochimiques et abiotiques des rayons ultravioletes (Compt. Rend. Acad. Paris, 1910, t. CL, Seite 549).

(2) LEHMANN, Das UV-Filter und die UV-Filterlampe, etc. (Zeitschr. f. Instrumentenk., 1912, Heft 2).

Intensität betrug die Exposition 6 Minuten. Hierauf belichtete ich *ceteris paribus* eine « Speed Plate » und bekam auch nicht den leisesten Lichteindruck. Bei Expositionem bis zu 6 Minuten spielt also das vom UV-Filter durchgelassene Rot auf den » Speed Plates » sicherlich keine Rolle.

Sämtliche mit Blau-Uviolglas kombinierten Ultraviolettfilter sind auch noch etwas für Violett, Blau und in ganz geringen Mengen für Grün durchlässig, wie mir eine Reihe von Spektrographien bei hohen Lichtintensitäten zeigte. Eine Verstärkung der Nitrosolösung ist zwar im Stande diesen Mangel zu beseitigen, vermindert aber auch die Ultraviolettdurchlässigkeit in so hohem Masse, dass die nach der Zeiss'schen Vorschrift hergestellte Nitrosolösung von 0,5 gr. pro qm (1) tatsächlich als Optimum zu betrachten ist. Das Spektrogramm Fig. 7, zeigt, dass diese Durchlässigkeit im sichtbaren Teil des Spektrums nur ganz geringfügig ist.

Die schon oft erwähnten Rauchgläschen von Schott und Gen. sind zur Verzögerung ultravioletter Strahlen unbrauchbar, da sie für dieselben so gut wie ganz undurchlässig sind. Wenn daher auch der schnellste Momentverschluss meines Photometers in geringen Tiefen eine zu starke Schwärzung der Platten ergibt, so legt man letztere mit der Schichtseite nach unten in die Kassetten. Das Glas der Platte verzögert dann die ultravioletten Strahlen 2,5 fach. Reicht auch dies nicht aus, so legt man ein zweites blankgeputztes Gläschen einer unbrauchbaren Platte über die Deckelöffnung des Photometers, was abermals 2,5 fach verzögert. Kittet man zwei solcher Gläschen mit einer möglichst dünnen Schichte von Kanadabalsam (2) zusammen, so erhält man ein etwa 6 faches Verzögerungsglas. Sicherlich wird es das Beste sein, eigens geschliffene und geeichte Verzögerungsgläschen aus Schwerflint zu verwenden, doch stehen mir solche noch nicht zur Verfügung.

Tiefe. m.	Smk.
1	125 000
5	46 000
10	36 000
20	40 000-80 000
50	9 400-32 000
75	950
100	200 (zweimal beobachtet).
200	30-110
300	8
500	0,05-0,26
1 000	0,026
1 500	0,024

Ultra-Violett, 400-300 $\mu\mu$.

Fig. 9.

Die in Tabelle (Fig. 9) wiedergegebenen Ultraviolettbefunde geben eine Vorstellung von den mannigfachen Werten dieser Strahlengattung. Die Untersuchungen wurden zu Zeiten höchsten Sonnenstandes, bei möglichst gleichen optischen Verhältnissen vorge-

(1) « Farbstoffdichte », nach Baron Hübl's Definition, in : « Die Photographische Lichtfilter »; Knapp, Halle a S., 1910.

(2) Kanadabalsam übt nach Eder (Handbuch 1/3, Seite 300), eine mit abnehmender Wellenlänge stark ansteigende Absorption auf Ultraviolett aus.

nommen und doch können die Resultate auf objektive Genauigkeit keinen Anspruch erheben. Man sieht wie die Menge dieser Strahlen zum Beispiel in 20 und 50 m binnen Kurzem um das Doppelte, ja Dreifache schwankte, ohne dass nachweisbare Ursachen hierfür angegeben werden könnten. Wir haben es eben mit einer Strahlengattung zu tun, die auf die Transparenz der passierten Medien aufs Feinste reagiert. Es kommen hier Schwankungen der Durchlässigkeit der Luft wie des Wassers in Frage, die sich mit unseren heutigen Hilfsmitteln nicht nachweisen lassen. Ich vermeide daher eine Analyse des Lichtabfalls bei welcher die Willkür zu grossen Spielraum hätte, da die Aufnahmen nicht gleichzeitig gemacht wurden. Was ich hierüber schon im ersten Teil dieser Abhandlung auf Seite 16 und 19 gesagt habe, gilt für Ultraviolett in noch stärkerem Masse. Man muss sich damit begnügen in sehr genauer Weise angeben zu können, wie gross die Lichtmenge im Augenblick der Exposition in der betreffenden Tiefe war. Die Werte, für Ultraviolett erscheinen ungewöhnlich hoch und wenn man sie mit der Summe der übrigen Lichtstrahlen in der selben Tiefe vergleicht, so ergibt sich ein anderes Verhältnis als das von Eder (l. c., Seite 13) für die Erdoberfläche angegebene, welches wenigstens in den obersten Wasserschichten annähernd eingehalten werden müsste. Diese Unstimmigkeit aber ist nur eine scheinbare und hat ihren Grund in der Auswertungsmethode. Die Amylzetatlampe ist sehr arm an ultravioletten Strahlen, so dass der Verzögerungsfaktor für das UV-Filter gleich 200 ist. Das heisst also, man benötigt die ultravioletten Strahlen von 200 Hefnerlampen um in der Zeiteinheit eine gleiche photographische Wirkung zu erzielen, wie mit der Gesamtstrahlung einer einzigen Hefnerlampe. Erst wenn die schon früher postulierte Auswertung in absoluten Einheiten möglich wird, kann man sich eine richtige Vorstellung des Verhältnisses der einzelnen Strahlengattungen machen.

Die photographische Wirksamkeit der ultravioletten Strahlen im Meer ist eine ausserordentlich kräftige und nur mit der blau-violetten Lichts vergleichbar. Dabei war zur Zeit der vorliegenden Untersuchungen die Durchlässigkeit der Atmosphäre wie des Meerwassers sichtlich gering und es ist anzunehmen, dass man in den klaren Gewässern tropischer Ozeane noch viel stärkere Wirkungen wird nachweisen können. Aber auch schon im europäischen Mittelmeer werden die ultravioletten Strahlen bei der Lösung vieler biologischer und chemischer Fragen Berücksichtigung finden müssen. In grösseren Tiefen etwa von 500 m ab, setzt sich das gesamte Licht nurmehr aus Blau, Violett und Ultraviolett zu sammen und je tiefer es geht, umso mehr wird das Verhältnis zu Gunsten der Strahlen kurzer Wellenlängen verschoben. Sollte man da nicht annehmen, dass bei der überall wahrnehmbaren Sparsamkeit des Naturhaushaltes diese Energiequelle in den so energiearmen Meerestiefen weitgehendste Verwendung fände? Liegt es nicht direkt auf der Hand, dass zum Beispiel die Empfindlichkeitsgrenze der Augen von Tiefseefischen gegen das kurwellige Ende des Spektrums verschoben sein muss? Und wiederum Algen wie *Halosphära viridis*, die ja in 2.000 m Tiefe gefunden worden sein soll, werden sie nicht wesentlich günstigere Lebensbedingungen haben, wenn sie sich an Assimilation in ultraviolettem Licht anpassen können? Sollte sich ferner nicht auch zur Phosphoreszenz selbstleuchtender Tiere Photolumineszenz gesellen können, in der Weise, dass Organe die den Tag über violetten und ultravioletten Strahlen ausgesetzt sind, diese aufgespei-

cherte Energie in der langen Nacht abyssischer Tiefen verwenden? Vielleicht auch, dass in der grossen chemischen Aktivität kurzwelliger Strahlen die Ursache für das bisher unerklärliche Lebensdefizit der Oberflächenschichten tiefblauer tropischer Meere zu suchen ist, wo man das Eindringen kurzwelliger Strahlen in grösseren Mengen voraussetzen kann (1).

Dies alles nur wenige Beispiele vieler Möglichkeiten.

Schwankungen und relative Zusammensetzung des Lichts.

Im Kapitel « Fehlerquellen » des ersten Teils dieser Abhandlung habe ich mehrfach von den Schwankungen gesprochen, denen der Gang des Lichts im Meer unterliegt, und von ihrem schädlichen Einfluss auf die Auswertung der Befunde. Nunmehr aber will ich auf diese Erscheinungen an sich näher eingehen. Diese Schwankungen können in die Gruppe der periodischen und in die der aperiodischen geteilt werden. Zur ersteren gehören alle Wirkungen der Sonnenstandsveränderungen, zu letzterer Durchlässigkeitschwankungen der Atmosphäre und des Meeres, sowie Reflexionsvorgänge, soweit sie nicht durch den Sonnenstand bedingt sind. Von Schwankungen der Lichtintensität ausserhalb der terrestrischen Atmosphäre muss ich ganz absehen.

Die periodischen Veränderungen des Sonnenstandes — im Zeitraum eines Tages, sowie eines Jahres — beeinflussen einerseits die relative Zusammensetzung des Lichts in Folge der Veränderung der Weglänge und des Inzidenzwinkels auf der — unbeweglich gedachten — Meeresoberfläche, andererseits aber die photographische Wirkung auf der Platte in Folge der Veränderung des Inzidenzwinkels auf der Filteroberfläche. Die langwelligen Strahlen treffen schräger auf als die kurzwelligen da sie weniger gebrochen werden, und dieses Verhältnis verschiebt sich, wenn auch nur in geringem Mass, bei niedrigem Sonnenstand weiter zu Ungunsten des langwelligen Lichts. Bei klarer Atmosphäre und reinem Wasser muss der tägliche (und jährliche) Gang durch diese Verhältnisse bedingt werden, im entgegengesetzten Fall aber spielen die aperiodischen Schwankungen allein eine dominierende Rolle, wie wir bei Besprechung der in den Tabellen Fig. 10 bis 13 dargestellten Resultate einer Daueruntersuchung sehen werden.

Die Untersuchungen welche den Tabellen, 10 bis 13, zu Grunde liegen, wurden an zwei verschiedenen Tagen, am gleichen Ort gemacht. Am ersten Tag musste die Arbeit um 4 h. p. m. abgebrochen werden, da bei hohem Seegang durch eine unvorsichtige Handhabung die Fallgewicht-Führungsstange abgeknickt wurde. Erst am übernächsten Tag fand ich wieder klaren Himmel und genügend ruhiges Meer um fortsetzen zu können. Die Untersuchung um 4 h. p. m. war unvollendet geblieben und so wurde die Erste des zweiten Tages um diese Stunde vorgenommen. Das Wasser war klarer als zur gleichen Stunde des ersten Tages — Secchi, 29 m. statt, 24,5 m. — aber es kann diese Reihe ohne Weiteres an die erste angeschlossen werden, da wir ja auch am ersten Tag grössere Sichttiefen vorgefunden, hatten — 31 m. — und die meteorologischen Verhältnisse die gleichen waren.

(1) Siehe auch ROLF WITTING, Finländische Hydrographisch.-Biologische Untersuchungen, n° 7, Text. Helsingfors, 1912. — Und die Einschränkung auf Seite 20.

	9 h. Wynne : 3° Secchi : 23 m. Sonne : 54° 34'	10 h. Wynne : 3° Secchi : 23 m. Sonne : 60° 30'	11 h. Wynne : 3° Secchi : 22 m. Sonne : 67° 36'	12 h. Wynne : 3° Secchi : 31 m. Sonne : 67° 6'	1 h. Wynne : 2° Secchi : 23 m. Sonne : 60° 18'	2 h. Wynne : 3° Secchi : 25 m. Sonne : 52° 6'	3 h. Wynne : 3° Secchi : 25 m. Sonne : 41° 6'	4 h. Wynne : 3° Secchi : 20 m. Sonne : 31° 3'	5 h. Wynne : 5° Secchi : 29 m. Sonne : 2°	6 h. Wynne : 11° Secchi : 25 m. Sonne : 9° 30'	7 h. Wynne : 2° 36' Secchi : 23 m. Sonne : 0°
Röt.....	1,4	2,8	14,2	35,4	26,1	7,1	2	85	37	70	2,8
5 Meter.....											
Grün.....	116	190	355	435	495	208	96	141	435	96	14,2
50 Meter.....											
Grün.....	19,3	23,8	28,5	49,5	52	36	70	35,5	150	64,5	1,5
100 Meter.....											
Blau.....	356	460	199	2 100	3 950	3 900	1 980	1 506	1 400	1 300	6,6
50 meter.....											
Blau.....	66,9	98,7	44,8	111,3	150,5	111,3	65,8	116	40	32	4,5
100 Meter.....											
UV.....	1 860	2 475	kein Eindruck.	17 000	19 500	20 000	1 185	3 440	3 000	1 120	190
50 Meter.....											
UV.....	317	460	420	720	1 250	1 250	126	1 142	1 140	760	47,4
100 Meter.....											

	— 26,0	— 24,6	— 13,2	+ 8,0	— 1,3	— 20,3	— 25,4	+ 57,6	+ 9,6	+ 42,6	— 24,6	Mittel. 27,4 Smk.
Röt.....												
Grün.....	16,0 o/o — 10,0	12,5 o/o — 13,5	8,0 o/o — 18,0	11,3 o/o — 14,7	12,5 o/o — 13,5	17,3 o/o — 8,7	72,0 o/o + 46,0	25,0 o/o — 1,0	34,4 o/o + 8,4	67,0 o/o + 41,0	10,5 o/o — 15,5	26,0 o/o
Blau.....	18,7 o/o + 4,4	21,4 o/o + 7,1	22,5 o/o + 8,2	5,3 o/o — 9,0	3,8 o/o — 10,5	2,8 o/o — 11,1	3,3 o/o — 11,5	7,2 o/o — 7,1	2,8 o/o — 11,5	2,4 o/o — 11,9	68,0 o/o + 53,7	14,3 o/o
UV.....	17,0 o/o — 5,7	18,8 o/o — 3,9	—	4,2 o/o — 18,5	6,4 o/o — 16,3	6,2 o/o — 16,5	10,6 o/o — 12,1	33,0 o/o + 10,3	38,0 o/o + 15,3	67,8 o/o + 45,3	25,0 o/o + 2,3	22,7 o/o

Fig. 10. — Lichtmengen in Smk.

Fig. 11. — Durchlässigkeit der Schicht 50-100 Meter und Abweichungen vom Mittel.

	9 h. Wynne : 37 Secchi : 23 ⁵ / ₅ Sonne : 54 ⁵ / ₅	10 h. Wynne : 37 Secchi : 23 ⁰ / ₀ Sonne : 60 ³⁰ / ₃₀	11 h. Wynne : 37 Secchi : 22 ⁰ / ₀ Sonne : 60 ³⁰ / ₃₀	12 h. Wynne : 37 Secchi : 31 m. Sonne : 67 ⁶ / ₆	1 h. Wynne : 37 Secchi : 23 ⁰ / ₀ Sonne : 60 ¹⁸ / ₁₈	2 h. Wynne : 37 Secchi : 23 ⁰ / ₀ Sonne : 52 ⁶ / ₆	3 h. Wynne : 37 Secchi : 25 ⁵ / ₅ Sonne : 41 ⁶ / ₆	4 h. Wynne : 37 Secchi : 29 ⁰ / ₀ Sonne : 31 ³ / ₃	5 h. Wynne : 57 Secchi : 29 ⁰ / ₀ Sonne : 21	6 h. Wynne : 117 Secchi : 25 ⁰ / ₀ Sonne : 9 ³⁰ / ₃₀	7 h. Wynne : 276 ⁵ / ₅ Secchi : 23 ⁵ / ₅ Sonne : 07	MITTEL.
Grün.. 50 m.	49	60	(640)	22	20,6	8,6	29,4	27,4	90,0	38,8	66,6	41,2
Blau.. 50 m.	152	147	(360)	108	164,9	161,7	607,2	308,2	289,8	516,2	30,4	248,5
UV... 50 m.	798	793	kein Eindruck.	870	814,5	829,6	363,4	664,4	621,2	444,8	903,0	710,2
Grün. 100 m.	47,2	41	58	56	35,6	26,2	270	23,2	112,3	74,0	26,4	69,9
Blau. 100 m.	164,3	169	91	126	103,4	80,0	250	76,8	30,3	35,0	82,6	109,8
UV.. 100 m.	788,5	790	851	818	861	893,8	480	900,0	857,4	891,0	891,0	820,1

Fig. 12. — Relative Zusammensetzung in Tausendteilen.

Grün. 50 m.	+ 7,8	+ 18,8	—	— 19,2	— 20,6	— 32,6	— 11,8	— 13,8	+ 48,8	— 2,6	+ 25,4	
Blau.. 50 m.	— 96,5	— 101,4	—	— 140,5	— 83,6	— 86,8	+ 358,7	+ 59,7	+ 41,3	+ 267,7	— 218,1	
UV... 50 m.	+ 87,8	+ 82,8	—	+ 159,8	— 104,3	+ 119,4	— 346,8	— 45,8	— 89,0	— 265,4	+ 192,8	
Grün. 100 m.	— 22,7	— 28,9	— 11,9	— 13,9	— 34,3	— 43,7	+ 200,1	— 46,7	+ 52,4	+ 4,1	— 43,5	
Blau. 100 m.	+ 54,5	+ 59,2	— 18,8	+ 16,2	— 6,4	— 29,8	+ 140,2	— 33,0	— 79,6	— 74,8	— 27,2	
UV.. 100 m.	— 31,6	— 30,1	+ 30,9	— 2,1	+ 40,9	+ 73,7	— 340,1	+ 79,9	+ 37,3	+ 70,9	+ 70,9	

Fig. 13. — Abweichungen vom jeweiligen Mittel der Werte in Fig. 12.

Aus dem Gewirr von Zahlen, welches diese Tabellen darbieten, lässt sich Eines sofort erkennen : das wesentliche Vorherrschen unperiodischer Schankungen des Lichts, welche aber nicht mit der Sichttiefenänderung parallel gehen. Es zeigt sich ferner, dass auch zwischen dem Sonnenstand und den Lichtmengen keine eindeutige Beziehung besteht, denn aus Tabelle Fig. 10 ist ersichtlich, dass keiner der Spektralbezirke sein Maximum der Lichtwirkung zur Zeit höchsten Sonnenstandes oder grösster Sichttiefe erreichte und auch nur teilweise sich Minima (Blau und Grün) zeigten, da die Sonne bereits untergegangen war. Die Verteilung der Maxima auf verschiedene Stunden (des Nachmittages) ist um so auffälliger, da die grösste Sichttiefe mit einem sehr hohen Sonnenstand zusammenfiel (12 h.) und so scheinbar die günstigsten Bedingungen für starke Lichtwirkung geboten waren.

In der praktischen Photographie ist man gewohnt, am Nachmittag geringere Aktinität des Lichts anzutreffen als zu Zeiten gleichen Sonnenstandes am Vormittag, was durch zunehmende Verdunstung und daraus resultierende Trübung der Atmosphäre erklärt wird. Diese Trübung behindert hauptsächlich die kurzwelligen Strahlen. Im Seewasser erfolgt nun gerade das umgekehrte, denn um 2 h. Nachmittag — Sonnenstand 52°6' — waren Grün, Blau und Ultra-Violett wesentlich stärker vertreten als um 9 h. a. m. — Sonnenstand 54°54' — während Rot eine Abschwächung aufwies.

Tabelle Fig. 11 giebt die Durchlässigkeit der Schicht 50–100 Meter für Grün, Blau und Ultra-Violett an, ausgedrückt in Prozenten der in 50 m. vorhandenen Lichtmengen. Es zeigen sich folgende sehr starke Abweichungen : Grün 8–72 %, Blau 2,8 — 68 %, Ultra Violett 4,2 — 67,8 %, die nur auf Durchlässigkeitsänderungen besagter Wasserschicht zurückgeführt werden dürfen und die ebenfalls mit Sichttiefenschwankungen keinen direkten Zusammenhang aufweisen.

Diese zwischen 50 und 100 Meter auftretenden Trübungen können ganz verschiedener Natur sein. Es giebt solche, die sämtliche Strahlen betreffen : Fig. 11 2 h., solche die Grün und Blau berühren, nicht aber Rot und Ultra-Violett, z. B. 4 h., und endlich solche, die nur ein einziges Gebiet beeinflussen, nicht aber die anderen Farben : Blau 11 h. und 6 h., Grün 3 h. und Rot 12 h.

Es zeigt sich also, dass es Trübungserscheinungen im Meerwasser giebt, die sowohl weitere als engere Spektralgebiete regellos bevorzugen oder unterdrücken können, und da während der ganzen Dauer der Untersuchung das Meer dieselbe blaue Färbung zeigte, so ist zu dem von Johan Gehrke (1) aufgestellten Grundsatz, dass zwischen Farbe und Klarheit des Meeres keine eindeutige Verbindung bestehe, noch jener hinzu zu fügen, dass aus der Oberflächenfarbe des Meeres nicht ohne Weiteres auf die in den Tiefen herrschenden Lichtverhältnisse Schlüsse gezogen werden dürfen. Hierdurch ist wohl auch die Daseinsberechtigung des Meeres-Photometers erwiesen.

Die hier gezeigten Verhältnisse werden durch die Tabelle der Schwankungen relativer Zusammensetzung des Lichts (Fig. 12) und jene der Abweichungen vom Mittel (Fig. 13) noch besonders veranschaulicht.

(1) JOHAN GEHRKE, Über Farbe und Durchsichtigkeit des Ostseewassers (Publ. de Circ. n° 45. Kopenhagen, 1909, Seite 7).

Die bei den Tabellen Fig. 10 bis 13 angegebenen Werte des « Infallible » Photometers von Wynne sollen nur eine oberflächliche Schätzung des an Bord vorhandenen photographisch wirksamen Lichts gestatten. Besagtes Instrument wurde schon von Dr Ewald bei seinen Untersuchungen verwendet.

Das Sonnenlicht unterliegt bei seinem Gang durch die Atmosphäre einer selektiven Absorption, deren Wert von langwelligen zum kurzwelligen Teil des Spektrums ständig zunimmt. Sinkt die Sonne und vergrößert sich hierdurch die Weglänge, so verschiebt sich diese Absorptionsverhältnis noch mehr zu Ungunsten kurzwelliger Strahlen, wie Lord Rayleigh in seiner schon oft zitierten Arbeit dargetan hat. Im Meer erfolgt nun gerade das Umgekehrte. Die Absorption trifft die langwelligen Strahlen bedeutend stärker als die kurzwelligen und dieses Verhältnis verschiebt sich bei untergehender Sonne weiter zu Ungunsten langwelliger Strahlen. Aus den Angaben für 6 h. und 7 h. (Fig. 10) berechnet sich der Lichtverlust bei Sonnenuntergang für Rot mit 96,0 %, Grün 91,6 %, Blau 61,3 % und Ultra-Violett 90,4 %. Der Wert für Rot um 6 h. scheint mir aber in Folge aperiodischer Schwankungen etwas zu hoch zu sein.

Da also wie gezeigt die Absorption in Luft und Wasser gegenläufig ist, so wirken diese Medien gleichsam als Subtraktionsfilter und ich möchte den von Tauchern oft beobachteten raschen Einfall der Nacht im Meer, den Krümmel irrtümlicher Weise (1) der Totalreflexion zuschreibt, wenigstens zum Teil hierauf zurückführen.

Ich habe hier absichtlich von der untergehenden Sonne gesprochen, denn wie sich die Abnahme des Lichts bei sinkendem Sonnenstand äussert, kann aus der vorliegenden Beobachtungsreihe nicht dargetan werden, da wie schon oft erwähnt, die periodischen Schwankungen von den aperiodischen überlagert wurden. Um hierüber Aufschluss zu erhalten, sind Untersuchungen im klaren Wasser der Hochsee notwendig, was mit dem Dampfer des Museums von Monaco nicht möglich war.

Ueber den Einfluss atmosphärischer Trübungen auf die Lichtverhältnisse im Meer liegt mir vorläufig nur eine einzige Beobachtung vor, die, noch mit dem alten Photometer vorgenommen, in Folge von Filtertrübungen nicht genau ausgewertet werden konnte. Ferner ging auf der See vor Monaco eine Bewölkung des Himmels stets mit starkem Wind und Seegang Hand in Hand, so dass das Arbeiten an Bord unmöglich gemacht wurde. Soweit sich die Resultate dieser einen Beobachtung überblicken lassen, bewirkt eine gleichmässige Trübung des Himmels — Wynne 6" — eine nach dem kurzwelligen Ende des Spektrums stark ansteigende Schwächung des Lichts, was ja aus der praktischen Photographie längst bekannt ist.

Diese ganzen Untersuchungen über die Schwankungen lieferten keine eindeutigen Resultate und zeigen nur, unter welchen Umständen dieselben nicht ausgeführt werden dürfen. Die Analyse der periodischen und aperiodischen Schwankungen bleibt der Zukunft vorbehalten.

Es möge mir noch vergönnt sein, der Leitung des Musée océanographique auch hier wiederum meinen Dank für die intensive Förderung der Untersuchungen auszusprechen.

(1) Dr E. SCHÖBEL, Bemerkungen zur Frage nach den Lichtverhältnissen im Wasser (Annal. d. Hydr, 1913, Seite 94).

7594-13. — CORBEIL, IMPRIMERIE CRÉTÉ.



GC
1
144
t.6

Institut océanographique
Annales

PLEASE DO NOT REMOVE
CARDS OR SLIPS FROM THIS POCKET

UNIVERSITY OF TORONTO LIBRARY
